

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. K. Bachmann

ELEKTROKARDIOGRAPHISCHE
VERÄNDERUNGEN WÄHREND SELEKTIVER
KORONARANGIOGRAPHIE UNTER
BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER
BRUSTWANDABLEITUNGEN V₂, V₄ UND V₅

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Axel Eugen Wien
aus Ludwigsburg

1979 # 249

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. K. Bachmann

ELEKTROKARDIOGRAPHISCHE
VERÄNDERUNGEN WÄHREND SELEKTIVER
KORONARANGIOGRAPHIE UNTER
BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER
BRUSTWANDABLEITUNGEN V₂, V₄ UND V₅

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Axel Eugen Wien
aus Ludwigsburg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten
Referent: Prof. Dr. E. Lang
Korreferent: Prof. Dr. K. Bachmann

Tag der mündlichen Prüfung: 19.07.1979

Widmung

In Liebe widme ich diese Arbeit meinen Eltern, meinem Bruder, meiner Tante Dati und meinem Onkel Karl, die mir mit Zuneigung, Verständnis und erheblicher Finanzierung hilfreich zur Seite gestanden haben. Danken möchte ich auch Herrn Prof. Dr. med. E. Lang, der mich mit Rat und Tat unterstützt hat.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546211_0106

ELEKTROKARDIOGRAPHISCHE VERÄNDERUNGEN WÄHREND SELEKTIVER KORONARANGIOGRAPHIE UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER BRUSTWANDABLEITUNGEN V₂, V₄ UND V₅

Seit der Einführung der Koronarangiographie in die kardiologische Routinediagnostik, als deren Wegbereiter SONES (41) und JUDKINS (21) gelten, wurden zahlreiche Untersuchungen über den Einfluß von Kontrastmitteln auf das menschliche Myokard während der Koronarangiographie durchgeführt. Zum einen ist von großem Interesse, inwieweit die gebräuchlichen Kontrastmittel die Arbeitsweise, d.h. die Pumpfunktion des Myokards beeinflussen (6, 7, 10-12, 16, 24), zum anderen sind die Veränderungen der elektrischen Erscheinungen am Herzen von großer Bedeutung. Die bisher vorliegenden Publikationen befassen sich mit der Analyse des Extremitätenelektrokardiogrammes mit Ausnahme der Arbeit von SMITH (38), die die vektorkardiographischen Veränderungen während intrakoronarer Injektion zur Grundlage hat. Systematische Untersuchungen über die Veränderungen des präkordialen Elektrokardiogrammes während der Injektion von Kontrastmittel in die Koronararterien liegen bisher nicht vor.

Aufgabe dieser Untersuchung ist es, durch die Analyse des präkordialen Elektrokardiogrammes genaueren Aufschluß über die Wirkung des Kontrastmittels auf die elektrischen Erscheinungen am Myokard zu gewinnen.

M a t e r i a l :

Die Untersuchung wurde an 30 unausgewählten Patienten, die sich einer diagnostischen Herzkatheteruntersuchung inklusive selektiver Koronarangiographie unterziehen mußten, durchgeführt. Das Patientenmaterial wurde nach Alter, Geschlecht, Diagnose und Schweregrad der Koronaren Herzerkrankung aufgeschlüsselt, wobei Ein-Gefäßerkrankungen und Mehr-Gefäßerkrankungen gesondert betrachtet wurden. Stenosen unter 50 % Lumeneinengung wurden nicht unter erkrankt eingeordnet. Darüber hinaus wurde eine Einteilung nach koronarem Normalversorgungstyp, Rechtsversorgungstyp und Linksversorgungstyp getroffen.

M e t h o d e :

Die Koronarangiographie erfolgte nach der transkutanen femoralen Technik nach JUDKINS (21). Als Katheter wurden einheitlich JUDKINS-F8-Katheter der Firma Cook verwendet. An Kontrastmittel kam ausschließlich Urografin 76 % der Firma Schering zur Anwendung. Das Koronargefäßsystem wurde durch manuelle Injektion dargestellt. Die Kontrastmittelmenge pro Injektion in die Koronararterien variierte insgesamt zwischen 4 und 12 ml je nach Gesamtquerschnitt des Koronargefäßes und Kontrastmitteldurchsatz. Es wurde darauf geachtet, daß bei Injektionswiederholung in dieselbe Arterie dieselbe Kontrastmittelmenge wie bei der Vorinjektion appliziert wurde. Besonderes Augenmerk wurde darauf gelegt, daß bei jeder Darstellung eine ausreichende Kontrastierung des Gefäßes vom aortalen Ursprung bis in die Peripherie erreicht wurde. Jede Untersuchung wurde durch mindestens eine Laevokardiographie (30 bis 50 ml, flow 10 bis 18 ml) und Aortographie (20 bis 40 ml, flow 10 bis 15 ml) komplettiert. Die Koronarangiogramme wurden mit einer 35 mm Kinokamera unter flankierender Bandspeicherkontrolle auf einer hochauflösenden Röntgenanlage der Firma Siemens gewonnen. Die Bildfrequenz betrug 50 Bilder pro Sekunde. Die linke Kranzarterie wurde in mindestens 3 Ebenen (pa-, 30 ° rao- und 60 ° lao-Projektion), die rechte Kranzarterie in mindestens 2 Ebenen (30 ° rao- und 45 ° lao-Projektion) dargestellt. Während der Injektionsintervalle wurde der Blutdruck in der Aorta ascendens über den Katheter monitorisiert. Bei längeren asystolischen Pausen nach Kontrastmittelinjektion wurde der Patient zum Husten angehalten, um durch mechanischen Reiz des Zwerchfelles am Myokard möglichst rasch spontane Herztätigkeit wieder zu erreichen (innere Herzmassage). Externe Herzmassage wurde während der Versuchsreihe nicht notwendig.

Die Registrierung der Brustwandableitungen V₂, V₄ und V₅ erfolgte über Elektroden der Firma Hellige, die zur Dauerüberwachung bei Frühgeborenen und Säuglingen entwickelt wurden und im Handel sind. Die Elektroden sind als Klebeelektroden ausgeführt und haben einen Röntgenschattegebenden Durchmes-

ser von maximal 2 mm (Abbildung 1). Diese Elektroden hatten weder auf das Durchleuchtungsbild noch auf das Kineangiogramm einen störenden Einfluß. In jedem Fall war das Angiogramm einwandfrei zu beurteilen.

Nach Auskunft verschiedener Untersucher wurden die Elektroden weder während der Untersuchung noch bei der Beurteilung des Röntgenfilmes als störend empfunden. In Abbildung 2 ist ein Einzelbild aus einem Röntgenfilm dargestellt.

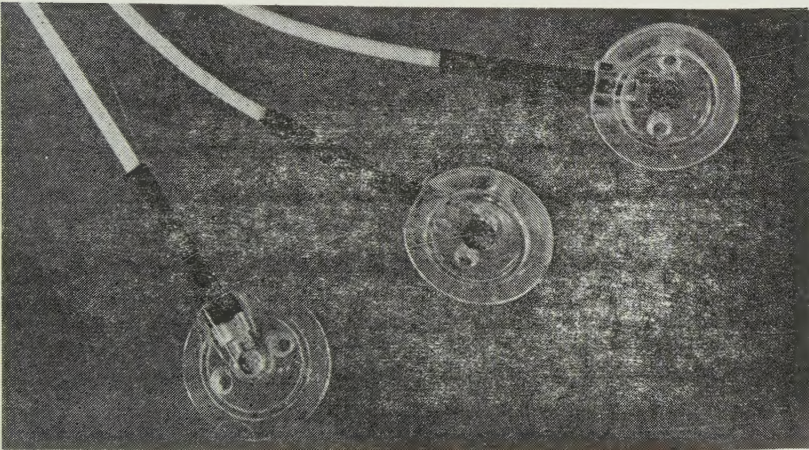


Abb. 1: Klebeelektroden, wie sie zur Überwachung von Neugeborenen von der Firma Hellige hergestellt werden, wurden zur Gewinnung des Brustwand-EKG während der Koronarangiographie verwendet.

Das Elektrokardiogramm wurde in den Ableitungen I, II, III, V_2 , V_4 und V_5 kurz vor und während der Injektion bis 120 Sekunden nach Injektionsbeginn mit der Papiergeschwindigkeit 50 mm/sec synchron registriert. Bei auffälligen EKG-Bildern wurde die Beobachtungszeit über 120 Sekunden hinaus ausgedehnt und ab diesem Zeitpunkt teilweise mit geringerer Papiergeschwindigkeit weiter registriert. Zur Registrierung der Kurven verwendeten wir einen 6-Kanal-Düsen-Schreiber Typ Mingograph 6 T der Firma Elema. Die Kontrastmittelmengen wurden für jede Darstellung getrennt protokolliert.

Die absolute Höhe der R-Welle wurde vor Injektion, 1, 5, 10, 20 und 60 Sekunden nach Injektion in den Ableitungen II, V₂, V₄ und V₅ ausgemessen; desgleichen die absolute Höhe der T-Welle vor, 1, 5, 10, 20, 30 und 60 Sekunden nach Injektion.

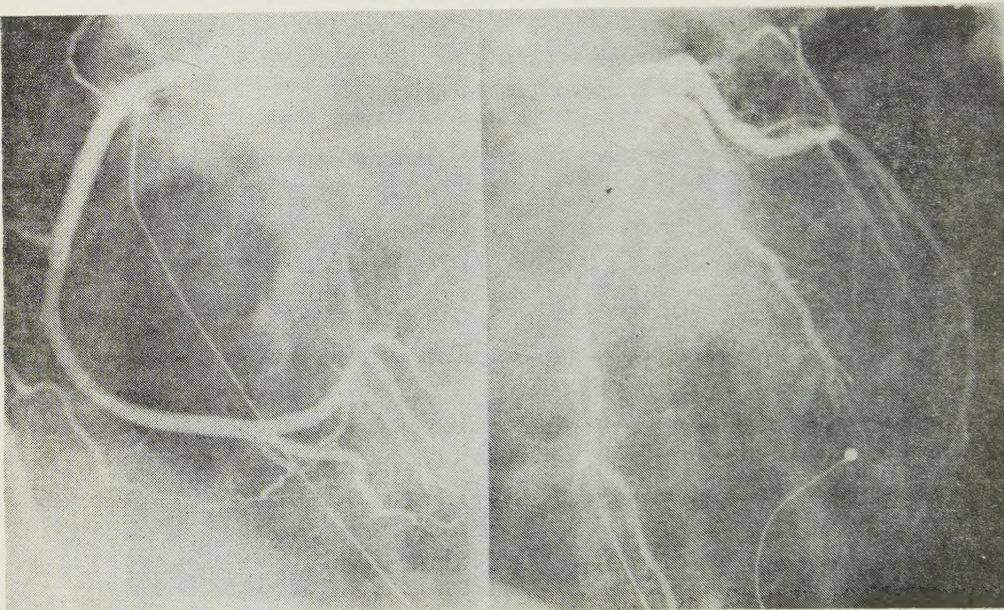


Abb. 2: Links rechte, rechts linke Kranzarterie eines Patienten ohne Koronare Herzerkrankung. Deutlich zu erkennen sind die 3 Klebeelektroden. Aus der Abbildung ist ersichtlich, daß sie bei der Beurteilung des Koronarangiogrammes nicht störend wirken.

Zunächst wurden die Ergebnisse getrennt nach Ableitungen, R- und T-Wellen tabellarisch zusammengefaßt. Die genannten Parameter wurden nach Injektionshäufigkeit, Altersgruppen, Geschlecht, Versorgungstyp und Grad der koronaren Herzerkrankung unterteilt und miteinander verglichen. Sämtliche Parameter wurden nach Injektion in die rechte und linke Kranzarterie ausgewertet.

Die statistische Beurteilung erfolgte nach dem T-Test. Trotz des großen Umfanges der Einzelwerte wurde eine zweifache Varianzanalyse durchgeführt.

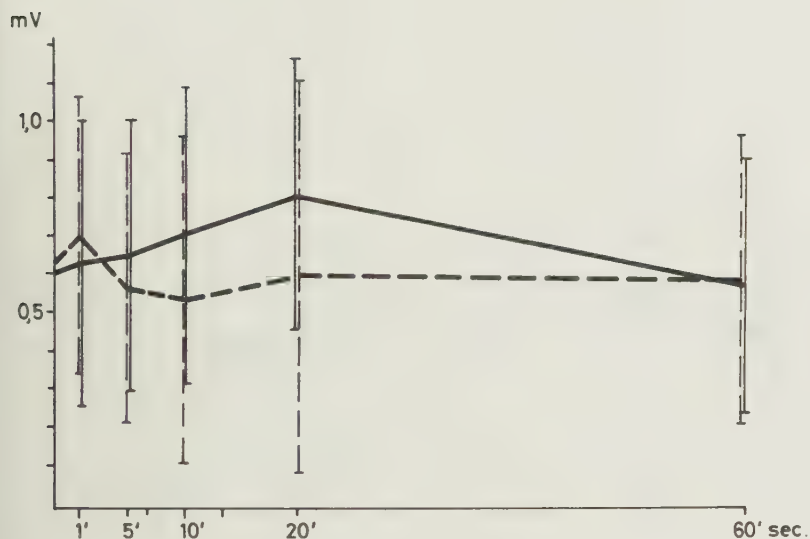


Abb. 3: Veränderung der R-Welle Extremitätenableitung II: Bei Injektion in die linke (gestrichelte Linie) und rechte (durchgezogene Linie) Kranzarterie. Bei Injektion in die rechte Kranzarterie zeigt sich zwanzig Sekunden nach Injektion eine deutliche Überhöhung der R-Welle, die nach sechzig Sekunden wieder den Ausgangswert erreicht. Bei Injektion in die linke Kranzarterie wird zunächst eine geringgradige Erhöhung der R-Welle sichtbar, die jedoch nach zehn Sekunden auf einen deutlich geringeren Wert fällt, nach sechzig Sekunden ist der Ausgangswert wieder erreicht.

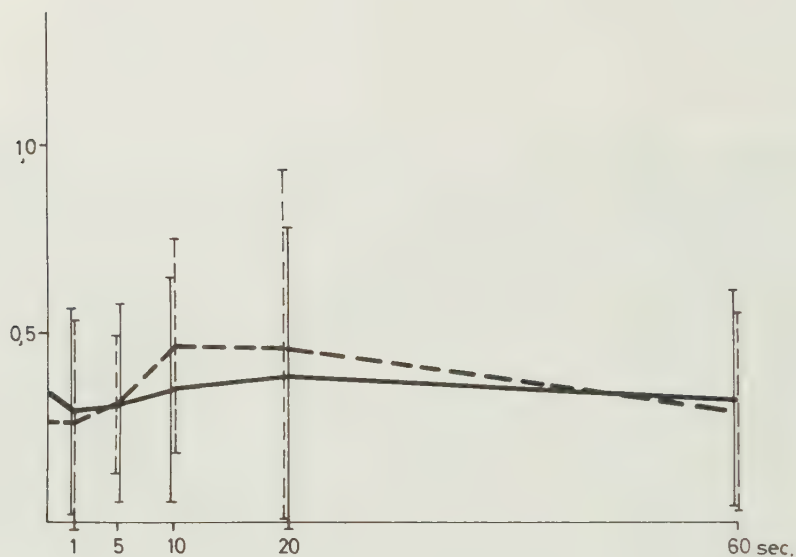


Abb. 4: Veränderung der R-Welle Brustwandabteilung IV:
Bei Injektion in die linke (gestrichelte Linie)
und rechte (durchgezogene Linie) Kranzarterie.

Bei Injektion in die linke Kranzarterie zeigt sich in V 4 eine deutliche Amplitudenerhöhung zu den Zeitpunkten 10 und 20 Sekunden nach Injektionsbeginn.

Bei Injektion in die rechte Kranzarterie sind die Veränderungen der R-Welle deutlich geringer; nach 60 Sekunden sind in beiden Fällen wieder der Ausgangswert erreicht.

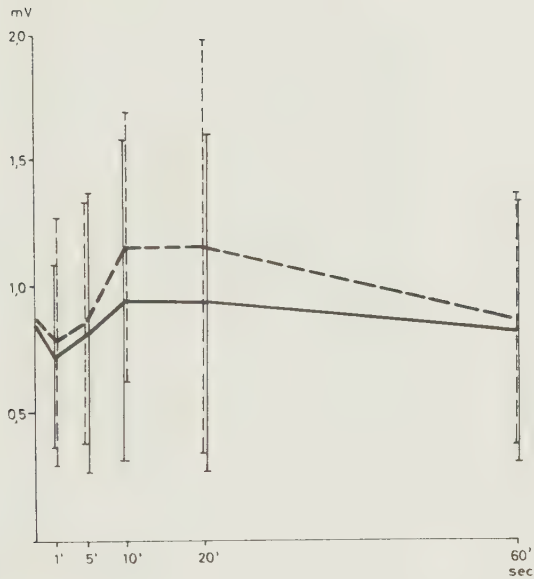


Abb. 5: Veränderung der R-Welle Brustwandableitung V_4 : Bei Injektion in die linke (gestrichelte Linie) und rechte (durchgezogene Linie) Kranzarterie.

Nach Injektion in die linke Kranzarterie zeigt sich zunächst eine Verringerung der R-Welle zum Zeitpunkt 1 Sekunde nach Injektionsbeginn; nach 10 Sekunden und 20 Sekunden wird eine deutliche R-Wellenüberhöhung sichtbar. Nach 60 Sekunden ist der Ausgangswert wieder erreicht.

Bei Injektion in die rechte Kranzarterie zeigt sich ebenfalls eine R-Wellenreduzierung zum Zeitpunkt 1 Sekunde nach Injektionsbeginn. Die anschließende R-Wellenüberhöhung zu den Zeitpunkten 10 Sekunden und 20 Sekunden ist deutlich geringer als bei Injektion in die linke Kranzarterie.

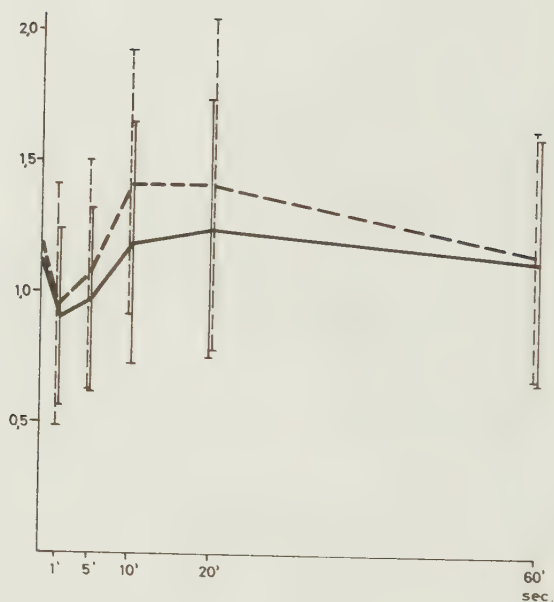


Abb. 6: Veränderung der R-Welle Brustwandableitung V_6 :
 Bei Injektion in die linke (gestrichelte Linie)
 und rechte (durchgezogene Linie) Kranzarterie.
 Bei Injektion in die linke und rechte Kranzarterie
 ist ein ähnliches R-Wellenverhalten zu erkennen
 wie in V_4 , jedoch sind die Veränderungen deutlich
 stärker ausgeprägt.

E r g e b n i s s e :

Aus Tab. 1-16 sind für die Gruppen ≤ 45 Jahre - >45 Jahre, männlich - weiblich, gesund - erkrankt, Normal-, Links- und Rechtsversorgungstyp die Mittelwerte der R- und T-Wellen zu den Zeitpunkten vor Injektion, 1 sec, 5 sec, 10 sec, 20 sec und 60 sec nach Injektion ersichtlich. Mit aufgeführt sind die Anzahl der Probanden n und die Streubreite s.

Zunächst wurde geprüft, ob die Faktoren Alter, Geschlecht, Erkrankung oder Versorgungstyp einen signifikanten Einfluß auf die Variation der Pulsperiodendauer bei selektiver Injektion von Kontrastmittel in die Herzkranzarterien haben. Aus Tab. 21 ist ersichtlich, daß diese Faktoren keinen signifikanten Einfluß auf die Variable Pulsperiodendauer haben. Die entsprechenden Parameter (Mittelwert, Standardabweichung) sind aus der Tabelle zu entnehmen. Lediglich bei den Werten der Pulsperiodendauer der Patienten, die dem Linksversorgungstyp zuzuordnen sind, erkennt man eine starke Überhöhung, die aber aufgrund des geringen Stichprobenumfanges nicht signifikant ist.

In den Abbildungen 3-6 ist der Einfluß der Kontrastmittelinjektion in die linke bzw. in die rechte Kranzarterie auf die R-Wellen der Ableitung II, V_2 , V_4 und V_5 bei Patienten ohne krankhaften Befund an den Koronararterien dargestellt. Es zeigt sich, daß nach den Injektionen in die linke Kranzarterie die R-Welle in der Extremitätenableitung II wenig beeinflusst wird. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei Injektion in die rechte Kranzarterie eine deutliche Amplitudenüberhöhung zum Zeitpunkt 20 Sekunden nach Injektion in der Ableitung II; nach 60 Sekunden wird wieder die Nulllinie erreicht.

In V_2 fällt eine geringgradige Überhöhung der R-Welle nach Injektion in die linke Kranzarterie nach 10 Sekunden auf. Im weiteren Verlauf wird nach etwa 60 Sekunden der Ausgangswert wieder erreicht (Abbildung 4). In V_4 zeigt sich sofort nach Injektion eine geringgradige Größenabnahme der R-Welle, die allerdings nach 10 Sekunden in ihrer Höhe deut-

lich ansteigt. Im weiteren Verlauf kehrt auch die R-Welle nach 60 Sekunden wieder zum Ausgangswert zurück. In V_5 ist ein ähnliches Verhalten der R-Welle bei Injektion in die linke Kranzarterie zu beobachten. Es tritt zunächst eine Amplitudenabnahme und dann bei 10 Sekunden eine deutliche Amplitudenüberhöhung auf, die bei 20 Sekunden wieder abnimmt und nach 60 Sekunden nicht mehr nachzuweisen ist (Abbildungen 5 u. 6).

In V_2 sehen wir bei Injektion in die rechte Kranzarterie eine geringgradige Amplitudenabnahme, die nach 1 Sekunde und 5 Sekunden immer noch geringer als der Ausgangswert liegt und dann in der Erholungsphase bei 10, 20 und 60 Sekunden wieder in die Norm einpendelt. In V_4 kann man 1 Sekunde nach Injektion eine deutliche Amplitudenreduzierung erkennen, die nach 5 Sekunden zur Norm zurückkehrt, bei 10 und 20 Sekunden leicht überhöht ist und nach 60 Sekunden wieder im Normbereich liegt. In V_5 ist die Reduzierung der Amplitudenhöhe der R-Welle ebenfalls nachzuweisen. Bereits nach 10 bzw. 60 Sekunden werden die Ausgangswerte eingestellt, wobei die Kurve ein Dämpfungsverhalten aufweist. In den Tabellen 1-16 ist die Anzahl der Mittelwerte und die Standardabweichung der entsprechenden Meßwerte wiedergegeben. Alle Probanden sind zusammengefaßt. Zusätzlich zu den Originalmessungen ist hier der Relativwert, d.h. die Differenz Meßwert minus Ruhewert analysiert worden. Bei den Relativwerten fällt die Variation zwischen den Patienten weg, weswegen die Testaussagen schärfer werden.

Es wurde zunächst geprüft, ob die EKG-Veränderungen bei Injektion in die rechte Kranzarterie statistisch unterschiedlich sind von denen, die auftreten, wenn man die linke Kranzarterie kontrastiert. Es zeigte sich, daß die R-Zacke durch Injektion in die rechte Kranzarterie zu den Zeitpunkten 10 und 20 Sekunden signifikant anders beeinflußt wird wie durch die Injektion in die linke Kranzarterie. Zu den anderen Zeitpunkten ist ein signifikanter Unterschied nicht nachzuweisen. Das Signifikanzniveau lag bei $p < 0.01$.

Dagegen wird die T-Welle außer in der Ableitung V_2 durch Injektion in die rechte Kranzarterie immer signifikant ($p < 0.01$) gegensätzlich beeinflusst als bei Injektion in die linke Kranzarterie. In der Ableitung V_2 waren die Unterschiede nicht signifikant.

Es wurde daraufhin getestet, inwieweit Injektionswiederholungen die EKG-Veränderungen während des Kontrastmitteldurchsatzes verändern. Das Ergebnis ist eindeutig: Sowohl in den Absolut- als auch in den Relativwerten unterscheiden sich die Ergebnisse der Variablen Ableitung II, V_2 , V_4 und V_5 nicht.

In den Tabellen 17-20 ist das Ergebnis einer zweifachen Varianzanalyse (Zeit x Gruppierung) wiedergegeben. Die Meßwerte wurden innerhalb der Gruppierungen (45 - 45 Jahren, männlich - weiblich, gesund - erkrankt und Versorgungstyp) getrennt nach Injektion in die rechte bzw. linke Kranzarterie sowie nach R- und T-Welle bezüglich Absolut- und Relativwerten auf Signifikanz geprüft.

Koronarangiographie-EKG bei Patienten im Alter von unter 40 Jahren und über 40 Jahren

In der Extremitätenableitung II werden sowohl bei Injektion in die rechte wie auch in die linke Kranzarterie keine signifikanten R-Wellenunterschiede gesehen; allerdings zeigte sich mit einem p von 0.01 eine signifikant größere Veränderung der T-Welle in Ableitung II bei Patienten unter 40 Jahren. In der Ableitung V_2 werden bei den jüngeren Patienten die R-Amplituden bei Injektion in die linke Kranzarterie signifikant stärker verändert, während dieser Unterschied bei Injektion in die rechte Kranzarterie lediglich auf dem Signifikanzniveau 0.05 liegt (Tab. 17).

In der Ableitung V_4 wird das Signifikanzniveau 0.05 lediglich bei Injektion in die linke und rechte Kranzarterie bezüglich der R-Welle überschritten, während in Ableitung V_5 wieder bezüglich der Relativwerte sowohl bei Injektion in die rechte als auch in die linke Kranzarterie bezüglich R und T signifikant größere Veränderungen ($p < 0.01$) gefunden werden.

Koronarangiographie-EKG bei Männern und Frauen

Hierbei zeigt sich, daß die Veränderungen des Elektrokardiogrammes in den Brustwandableitungen deutlich werden, während in der Extremitätenableitung II lediglich auf dem Niveau $p < 0.05$ bezüglich der R-Zacke Unterschiede bestehen. Die Unterschiede sind sowohl bezüglich der R- als auch der T-Welle in V_2 bei Injektion in die rechte und linke Kranzarterie signifikant (0.01). Die R-Amplitude wird in V_4 und V_5 ebenfalls hochsignifikant bei den Frauen stärker verändert als bei Männern; während die T-Welle in V_4 noch deutliche Unterschiede zeigt, nehmen die Unterschiede sowohl bei Injektion in die rechte als auch in die linke Kranzarterie in V_5 ab.

Koronarangiographie-EKG bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung

In diesem Abschnitt wurde die Gruppe der koronarkranken Patienten zusammengefaßt und mit den Werten der Koronargesunden verglichen. Es zeigt sich, daß auf dem Niveau $p < 0.01$ lediglich in V_4 und V_5 bei den Koronargesunden stärkere R-Wellenveränderungen auftreten als bei Koronarkranken, wobei die T-Wellen in V_2 nur bei Berücksichtigung der Relativwerte eine signifikant größere Veränderung erfahren (Niveau 0.001) als bei den Koronarkranken.

Koronarangiographie-EKG in Abhängigkeit vom Versorgungstyp

Es zeigt sich eindeutig, daß bei Injektion in die linke Kranzarterie die R-Welle in Ableitung II, V_4 und V_5 signifikant stärker geändert wird als bei Injektion der anderen Versorgungstypen. Bei Injektion in die rechte Kranzarterie werden nur Unterschiede in den Ableitungen V_2 und V_4 und bezüglich der Absolutwerte in V_5 gesehen. Die T-Welle ändert sich bei Linksversorgungstypen in den Ableitungen II bei Injektion in die linke und in die rechte Kranzarterie ebenso in Ableitung V_2 und V_4 auf einem Niveau von 0.01 , wohingegen sie in V_5 lediglich bei Berücksichtigung der Relativwerte dieses Signifikanzniveau erreicht.

D i s k u s s i o n :

Während der Kontrastmittelpassage durch die Koronararterien wurden seit Einführung der Koronarangiographie unterschiedliche Veränderungen im Elektrokardiogramm festgestellt.

Nach der Übereinstimmung zahlreicher Autoren (1, 4, 5, 9, 13, 14, 19, 25, 27, 31, 32, 38) findet eine nahezu stereotypische Antwort des Elektrokardiogrammes auf das Kontrastmittel statt, die sich folgendermaßen äußert:

Bei Injektion von Kontrastmittel in die linke Kranzarterie zeigt sich eine zunehmende Überhöhung der R-Wellen in den vornehmlich linksgerichteten Ableitungen, während sie in den rechtsgerichteten Ableitungen eine R-Wellenverminderung feststellen lassen, die bis zur negativen Bewegung kommen kann. Demgegenüber zeigt die T-Welle ein gegensinniges Verhalten. In den linksgerichteten Ableitungen werden die T-Wellen zunächst kleiner. Sie können deutliche negative Werte erreichen. Darüber hinaus kann die ST-Strecke deszendierend gesenkt werden. Nach der Kontrastmittelpassage zeigen sowohl R- als T-Wellenveränderungen eine kontinuierliche Rückkehr zum Ausgangswert. Die Ausgangswerte werden 60 Sekunden nach Injektionsbeginn meist wieder erreicht. Darüber hinaus kommen in den ersten Sekunden sehr deutliche Bradykardieeffekte zustande, die vor allen Dingen davon abhängen, ob in dominierende oder nicht dominierende Kranzgefäße injiziert wird. Darüber hinaus spielt die Versorgung des Sinusknotens - beim Linksversorgungstyp ausschließlich von der linken Kranzarterie, beim Rechtsversorgungstyp vermehrt von der rechten Kranzarterie - und des AV-Knotens - normalerweise versorgt von der rechten Kranzarterie, beim Linksversorgungstyp jedoch auch von der linken Kranzarterie (20, 22) - eine dominierende Rolle. Bei diesen ausgeprägten Versorgungstypen kann es bei Injektion der die AV-Knotenarterie versorgenden Kranzarterie auch zu einem passageren totalen AV-Block mit isolierter P-Wellenaktivität und Kammerstillstand kommen. Im Krankengut dieser Studie trat dieses Phänomen nicht auf.

Pectanginöse Beschwerden werden bei derartigen Veränderungen von den Patienten in der Regel nicht angegeben. Auch bei direkter Befragung wird lediglich über passageres Wärmegefühl, nicht aber über retrosternalen Schmerz geklagt.

Verschiedene Autoren (22, 23, 31, 37) berichten auch, daß elektrokardiographische Veränderungen im Sinne der perfundierten Kranzarterie trotz Obliteration dieser Arterie dann zustande kommen, wenn über Kollateralen von der gegensinnigen Kranzarterie die peripheren Äste der jeweiligen Arterie gefüllt werden. So berichtet KOBER, daß es auch zu rechtstypischen EKG-Veränderungen dann kommen kann, wenn die linke Kranzarterie gefüllt wird, aber erst nachdem die linkstypischen EKG-Veränderungen abgenommen haben und die Äste des rechten Kranzsystems über Kollateralen und Anastomosen aus der linken Kranzarterie aufgefüllt werden.

Von einigen Autoren (27, 14a, 37) wird berichtet, daß die elektrokardiographischen Veränderungen am Herzen bereits zu einem Zeitpunkt auftreten, zu dem noch keine wesentlichen hämodynamischen Veränderungen nachweisbar sind. Sie nehmen deshalb an, daß die im Kontrastmittel enthaltenen Ionen Ursache der elektrokardiographischen Veränderungen sind (28, 29), während die Osmolarität und Hypertonizität der Mittel verantwortlich ist für die hämodynamischen Alterationen. In einer weiteren Untersuchung konnte nachgewiesen werden, daß unter diesen Ionen das Natriumion eine Schlüsselrolle spielt (15, 40). So fand sich bei Kontrastmittel mit sehr hohem Natriumgehalt eine exzessive Flimmerneigung (42), während unter den jetzt verwendeten Kontrastmitteln, die einen in etwa physiologischen Natriumionengehalt haben, eine verminderte ektopische Aktivität nachgewiesen werden kann. Z. T. konnte bestehende Extrasystolie während der Kontrastmittelpassage nicht beobachtet werden.

Die elektrokardiographischen Veränderungen während der Kontrastmittelpassage sind eindeutig abhängig von der Konzentration und Menge des injizierten Kontrastmittels. Im eigenen Untersuchungsgut konnten wir feststellen, daß bei nur flushartiger Füllung die typischen EKG-Veränderungen

nur angedeutet nachzuweisen sind. Mc ALPIN (32) nahm diese elektrokardiographischen Veränderungen bei Kontrastmittelinjektion sogar als Hinweis für sichere selektive Lage des Koronarkatheters.

LICHTLEN (27) zeigte, daß im Koronar-EKG keine wesentlichen Polarisationsveränderungen mehr auftreten, wenn in Ruhe bereits pathologische Endstreckenveränderungen nachzuweisen sind. Darüber hinaus konnte er durch hypertone Lösungen (Glukose und Kochsalz) ähnliche EKG-Veränderungen durch Injektion in das Kranzsystem auslösen wie durch Injektion von Kontrastmittel.

MAYTIN (33) und Mitarbeiter machen für die Koronarangiographie-EKG-Veränderungen intermittierend auftretende Hemiblöcke verantwortlich. Auch FERNANDEZ und Mitarbeiter (13, 14) haben das Koronarangiographie-EKG ähnlich gedeutet. So soll es durch Injektion in die linke Kranzarterie zu einem vorübergehenden linksanterioren und linksposterioren Hemiblock kommen können.

Demgegenüber steht aber die Definition der Hemiblockbilder, die ROSENBAUM und Mitarbeiter in mehreren Arbeiten detailliert beschreiben (35, 36, 39). Dabei sind entscheidende Kriterien der Hemiblöcke nicht beachtet worden:

1. Die gegensinnige Drehung des Initialvektors bis 0,02 Sekunden nach Beginn des QRS-Komplexes, die regelmäßig im Koronarangiographie-EKG nicht vorhanden ist.
2. Darüber hinaus ist die Drehung des Vektors in der Frontalebene während Angiographie immer kontinuierlich, wohingegen sie bei Auftreten eines intermittierenden Hemiblockes sprunghaft, d.h. also von einem Schlag zum anderen nachgewiesen werden müßte (39).

In zahlreichen Mitteilungen sind die EKG-Veränderungen bei der Angiographie als Ischämiezeichen gedeutet worden. Diese Meinung konnten jedoch ALDOR und HEGER eindeutig widerlegen (1). Nach ihren Untersuchungen kommt es im Anschluß

an die Kontrastmittelinjektion innerhalb von 100 bis 120 Sekunden zur Rückbildung der primären Veränderungen. Darüber hinaus nehmen diese Veränderungen durch wiederholte Injektionen an Größe zu. Bei Injektion jod-131-markierter Serumalbuminpartikelchen, die zur Mikroembolisation einiger peripherer Koronaräste führen, beobachteten sie jedoch im Gegensatz zum Kontrastmittel-EKG keine R-Wellenüberhöhung, jedoch abereine horizontale ST-Hebung (bei Injektion in die linke Kranzarterie ST-Hebung in I und gegensinnig Senkung in II und III). Elektrokardiographische Bilder also, die bei frischem Vorderwandinfarkt oder aber bei der Prinzmetalangina ebenfalls nachzuweisen sind (26, 30, 34).

Alle bisher genannten Autoren stützen sich lediglich auf das Extremitäten-EKG. Brustwandableitungen zur Beurteilung während der Koronarangiographie wurden bisher nicht systematisch analysiert. Im Gegensatz zu den Veränderungen in den Extremitätenableitungen sehen wir in den Brustwandableitungen annähernd biphasisches Verhalten der R-Wellenveränderungen. Während bei Injektion in die linke Kranzarterie zunächst in V_1 eine R-Überhöhung nachzuweisen ist, ist im weiteren Verlauf nach etwa 10 Sekunden eine deutliche Abnahme der R-Welle festzustellen. Korrespondierend dazu nimmt die R-Welle in V_4 und in V_5 zunächst geringgradig ab, während sie während der weiteren Kontrastmittelpassage in einer deutlichen R-Wellenüberhöhung in eben diesen Ableitungen resultieren. Bei Injektion in die rechte Kranzarterie bleibt die rechtsgerichtete Ableitung V_2 nahezu unverändert, während die linksgerichteten Ableitungen V_4 und V_5 eine zunehmende Abflachung der R-Zacke, dann wieder eine deutliche Erholungsphase nachweisen lassen. Einzelheiten gehen aus den Abbildungen 3-6 hervor.

Zunächst überraschte, daß signifikante Unterschiede bestanden, wenn wir unsere Patienten getrennt nach Alter und Geschlecht beurteilt haben. Erstaunlich ist dabei, daß jüngere Patienten signifikant stärkere elektrokardiographische Veränderungen durch Kontrastmittel erfahren als ältere. Erstaunlich ist auch, daß Männer (Tab. 7 u. 18) eben-

falls signifikant stärkere elektrokardiographische Veränderungen durch die Kontrastmittelinjektion aufwiesen.

Demgegenüber sind die EKG-Alterationen, die Gesunde im Vergleich zu Koronarkranken aufzeigen, deutlicher ausgeprägt und vor allen Dingen nur bezüglich der R-Welle in V_4 und V_5 und bezüglich der T-Welle in V_2 nachzuweisen. In dieses Bild paßt die Tatsache, daß beim Linksversorgungstyp signifikant höhere elektrokardiographische Veränderungen bei Injektion in die linke Kranzarterie registriert werden können, während sie bei Injektion in die rechte Kranzarterie lediglich in V_2 und V_4 signifikant werden.

Diese Befunde bedürfen einer Erklärung. Da weder morphologische, histochemische noch elektrophysiologische Unterschiede bezüglich der Altersgruppen und der Geschlechter nachzuweisen sind, noch aus der Literatur bekannt ist, daß Koronarkranke bezüglich der elektrischen Aktivität des Herzens anders reagieren als Koronargesunde, sind diese Unterschiede nicht durch elektrophysiologische Vorgänge zu erklären. Eines ist aber diesen unterschiedlichen Gruppierungen gemeinsam: In den Gruppen Patienten über 45 Jahren, weiblich und koronarkranke Patienten wird bei der Koronarangiographie absolut gesehen weniger Gramm gesunde Herzmuskulatur mit Kontrastmittel perfundiert als in der entsprechenden Vergleichsgruppe. Folglich sind die EKG-Veränderungen direkt abhängig von der Masse des jeweils perfundierten Herzmuskelgewebes. In diese Erklärung paßt auch die Tatsache, daß wir bei Injektion in die linke Kranzarterie bei Linksversorgungstyp wesentlich stärkere elektrokardiographische Veränderungen finden als bei Injektion in die linke Kranzarterie mit Normalversorgungstyp bzw. weniger Veränderungen als bei Injektion in die rechte Kranzarterie desselben Patienten.

In diesem Zusammenhang muß auch die Tatsache gesehen werden, daß trotz Stenosierung eines oder mehrerer Gefäße bei Patienten mit normaler Kontraktilität des Ventrikels keine signifikant geringeren elektrokardiographischen Veränderungen

gen registriert wurden als bei Patienten mit normalen Kranzgefäßen. Mit dieser Hypothese kann auch erklärt werden, daß bei Injektion in die linke Kranzarterie zunächst in den Ableitungen V_2 eine R-Wellenüberhöhung, im Gegensatz dazu in V_4 und V_5 eine R-Wellenverminderung und erst nach einigen Sekunden in V_2 eine R-Wellenverminderung, die mit einem R-Wellenanstieg und Überhöhung in V_4 und V_5 einhergeht, nachgewiesen werden kann. Zunächst wird nämlich bei Injektion in die linke Kranzarterie der basisnahe Muskelanteil des Herzens mit Blut versorgt. Bei Koronarangiographie sieht man regelmäßig, daß die ersten septalen Äste und die ersten Nebenäste an der Basis schneller mit Kontrastmittel gefüllt werden, wohingegen die Gefäße der Muskulatur der Herzspitze erst mit einiger Zeitverzögerung angefüllt und kontrastiert werden, so daß die elektrische Aktivität der Herzbasis zunächst überwiegt und erst dann von der Aktivität der Muskelmasse in der Spitze im elektrokardiographischen Gesamtbild übertroffen wird, wenn an diese Muskelmasse mit der Verzögerung, die abhängig ist vom Koronarflow und Kontrastmittel in diesen Bezirken angelangt ist.

Auf dem Boden dieser Tatsache ist auch zu erklären, daß wir bei Injektion in den linken Ventrikel wesentlich weniger elektrokardiographische Veränderungen registrieren können als bei selektiver Injektion in die Herzkranzarterien, obwohl bei einer Laevokardiographie im Gegensatz zur Injektion in eine Kranzarterie wesentlich größere Kontrastmittelmengen zur Anwendung kommen (40 ml vergleichsweise 6-8 ml). Im Gegensatz zur selektiven Angiographie kommt es jedoch bei der Laevokardiographie oder auch bei der Darstellung der Aorta ascendens gleich nach Injektion zu einer starken Durchmischung mit dem im Cavum oder in der Arterie befindlichen Blut, so daß relativ wenig Kontrastmittel über die Herzkranzarterien in den Herzmuskel abströmen kann.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

An 30 Patienten, die sich einer diagnostischen Herzsondierung und Koronarangiographie unterziehen mußten, wurden während der Angiographie neben den Extremitätenableitungen I, II und III auch die Brustwandableitungen V₂, V₄ und V₅ registriert. Die elektrokardiographischen Veränderungen, die üblicherweise auftreten, wurden 1 Sekunde, 5, 10, 30 und 60 Sekunden nach Injektionsbeginn in die jeweilige Kranzarterie und nach Laevokardiographie registriert. Das Elektrokardiogramm wurde nach R- und T-Wellen getrennt, bezüglich der Absolutwerte und der Unterschiedswerte zum Ausgangs-EKG qualitativ und quantitativ beurteilt und statistisch berechnet.

Folgende Ergebnisse wurden gewonnen:

1. Die durch Kontrastmittelperfusion der Koronararterien ausgelöste Frequenzverlangsamung - ausgedrückt in maximalem RR-Abstand - zeigte zwischen den verschiedenen Gruppen keine statistisch gesicherten Unterschiede.
2. Die elektrokardiographischen Veränderungen waren eindeutig sowohl bezüglich der R-Welle als auch der T-Well nicht abhängig von der Injektionshäufigkeit oder Injektionsreihenfolge.
3. Die elektrokardiographischen Veränderungen waren in den Brustwandableitungen wesentlich stärker ausgeprägt als in den Extremitätenableitungen.
4. Bei Frauen war im Vergleich zu Männern das EKG durch Koronarperfusion mit Kontrastmittel weniger verändert.
5. Bei Patienten über 40 Jahren traten geringere Koronar-EKG-Veränderungen auf als bei Patienten unter 40 Jahren.
6. Bei Koronarkranken waren durch selektive Injektion in die Herzkranzarterien geringere EKG-Veränderungen auszulösen als bei Gesunden.
7. Bei Linksversorgungstyp und Injektion in die linke Kranzarterie waren die stärksten elektrokardiographischen Veränderungen nachzuweisen.

Unsere Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß die EKG-Veränderungen direkt proportional zur Masse des perfundierten Herzmuskelgewebes stehen.

1. ALDOR, E., H. Heeger:
EKG-Veränderungen bei selektiver Koronarangiografie und Myokardszintigrafie
Z. Kardiol. 62
12 (1973)
2. BACHMANN, K.
Persönliche Mitteilung
3. BACHMANN, K., und H. DITTRICH:
Aktuelle Diagnostik der Koronarerkrankungen
Münch. med. Wschr. 114
(1972) 689
4. BENCHIMOL, A., E. M. MACNALLY:
Hemodynamic and electrocardiographic effects
of selective coronary angiography in man
New. Engl. J. Med. 274
1217 (1966)
5. BENCHIMOL, A., K. B. DESSER, J.A. SCHUMACHER:
Electrocardiographic changes during selective
aortocoronary saphenous vein bypass graft angiography in man
Amer. J. Cardiol. 31
23 (1973)
6. BRUNDAGE, B.H., M.D. CHEITLIN:
Ventricular function curves from the cardiac
response to angiographic contrast: A sensitive
detector of ventricular dysfunction in coronary
artery disease
Amer. Heart J. 88
281-288 (1974)
7. BUSH, C.A., R.P. LEWIS, M.B. FONTANA:
Left ventricular contractility (LVC) during
angiocardiology in man
Circulation 45
II-21 (1972) R.
8. BLÜMCHEN, G., E. ZEITLER, J. DEMBSKI, F.D. PFEIFFER,
E. SCHARF-BORNHOFEN, U. MENNICKEN:
Koronarangiografische und linksventrikulografische
Ergebnisse zum Ausschluß von Herzinfarkten bei Patienten einer Rehabilitations-Klinik
Vortrag Nordrhein-Westf. Ges. f. Inn. Med.
im Druck
9. COSKEY, R.L., O. Magidson:
Electrocardiographic response to selective coronary arteriography
Brit. Heart J. 29
512 (1967)

10. CARLETON, R.A., J.G. CLARK:
Left ventricular function during angiocardio-
graphy
Amer. J. Med. Sciences, 257
81-89 (1969)
11. CARLETON, R.A.:
Change in left ventricular volume during angio-
cardiography
Amer. J. Cardiol. 27
460-463 (1971)
12. ERBEL, R., K.L. NEUHAUS, P. SPILLER, M. BENN,
H. KREUZER:
Beeinflussung der systolischen und diastolischen
Ventrikelfunktion durch Kontrastmittelinjektion
in den linken Ventrikel
Z. Kardiol 65
305-318 (1976)
13. FERNANDEZ, F., P. BESSEDE, A. CHARPENTIER, et al.:
Modification de l'electrocardiogramme au sours
de l'arteriographie coronaire selective.
Arch. Mal. Coeur 61/4
504 (1968)
14. FERNANDEZ, F., L. Scebat, J. LENEGRE:
Electrocardiographic study of left intraventri-
cular hemiblock in man during selective coronary
arteriography
Amer. J. Cardiol. 26
1 (1970)
- 14a. FRIESINGER, G.C., J. SCHAEFFER, M. CRILEY,
R.A. GAERTNER, R.S. ROSS:
Hemodynamic Consequences of the injection of
radiopaque material
Circulation 31, 730-739 (1965)
15. GENSINI, G.G., S. Di GIORGI:
Myocardial Toxicity of Contrast Agents Used in
Angiography
Radiology 82
24-34 (1964)
16. GOOTMAN, N., A.M. RUDOLPH, N.M. BUCKLEY:
Effects of angiographic contrast media on cardiac
function
Amer. J. Cardiol. 25
59-65 (1970)
17. GLEICHMANN, U., L. SEIPEL, B. GRABENSEE, F. LOOGEN:
Häufigkeit und klinische Bedeutung uni-, bi- und
trifaszikulärer Blockbilder
Dtsch. med. Wschr. 97
539 (1972)

18. GLEICHMANN, U., L. SEIPEL, B. GRABENSEE, F. LOOGEN:
Intraventrikuläre Erregungsausbreitungsstörungen
Dtsch. med. Wschr. 97
569 (1972)
19. GRENDahl, H., H. EIE, A. NORDVIK, C. MÖLLER:
Electrocardiographic changes during selective
coronary angiography
Acta med. scand. 191
493 (1972)
20. JAMES, T.N.:
Small arteries of the heart
Circulation 56
2-14 (1977)
21. JUDKINS, M.P.:
Selective coronary arteriography
Radiology 89
815 (1967)
22. KALTENBACH, M. u. F. SPAHN:
Koronarangiographische Nomenklatur und Typologie
der Koronararterien des Menschen
Z. Kardiologie 64
193-202 (1975)
23. KOBER, G., R. HOPF, H.-J. BECKER, M. KALTENBACH:
Wirkung und Nebenwirkungen der Kontrastmittel
Urografin 76, Telebrix 300 und Telebrix 380
bei der selektiven Koronarangiographie des
Menschen
Herz/Kreisl. 7
231-236 (1975)
24. KOBER, G., W. SCHRÖDER, M. KALTENBACH:
Der Einfluß intrakardialer Kontrastmittelinjektionen
auf die Hämodynamik des linken Ventrikels
Z. Kardiologie 67
474-480 (1978)
25. KOHLHARDT, M., H. MÜLLER-MARIENBURG, G. VITA, E. ZEITLER:
Koinzidenzprüfung zwischen Koronarangiographie und
pathologisch-anatomischen Befunden
Fortschr. Röntgenstr. 98
399 (1963)
26. KORTH, C., G. SCHMIDT:
Klinische Elektrokardiographie
Urban u. Schwarzenberg, München-Berlin-Wien
(1969)
27. LICHTLEN, P., P.C. BAUMANN, B. PRETER:
Zur selektiven Koronarographie
Arch. Kreislauf-Forsch. 59
287 (1969)

28. LÖHR, E., G. POPITZ, J. TIMMERMANN:
Veränderungen des Elektrolytstoffwechsels des
Myokards bei Koronarographien mit verschiedenen
Kontrastmitteln
Herz/Kreisl. 9
203-207 (1977)
29. LÖHR, E., Th. GÖBBELER, H.-Br. MAKOSKI, M.W. STRÖTGES,
G. POPITZ (MTA):
Über die Einwirkung von Kontrastmitteln auf das
Myokard bei Koronarographien (experimentelle
Untersuchungen des Elektrolytstoffwechsels, Auto-
radiographien und elektronenmikroskopische Auto-
radiographien)
Fortschr. Röntgenstr. 121
64-71 (1974)
30. MASERI, A.:
Prinzmetal-Angina
Med. Klin. 73
1643-1648 (1978)
31. NEUERBURG-HEUSLER, D., E. ZEITLER, G. BLÜMCHEN:
Das Koronarangiographie-Elektrokardiogramm
und seine Aussagefähigkeit
Herz/Kreisl. 7
Nr. 6, S. 285-296 (1975)
32. MacALPIN, R.N., W.A. WEIDNER, A.A. KATTUS jr. et al.:
Electrocardiographic changes during selective
coronary cineangiography
Circulation 34
627 (1966)
33. MAYTIN, O., C. CASTILLO, A. CASTELLANOS jr.:
The genesis of QRS changes produced by coronary
angiography
Circulation 41
247 (1970)
34. PRINZMETAL, M., KENNAMER, R., MERLISS, R., WADA, T.,
BOR, N.:
Angina pectoris:
I. A variant form of angina pectoris
Amer. J. Med. 27
375 (1959)
35. ROSENBAUM, M.B.:
The hemiblock: Diagnostic criteria and clinical
significance
Mod. Conc. cardiov. Dis. 39
141 (1970)

36. ROSENBAUM, M.B., R. SHABETAI, K.L. PETERSON,
R.A. O'ROURKE:
Nature of the conduction disturbance in selective
coronary arteriography and left heart catheterization
Amer. J. Cardiol. 30
334 (1972)
37. ROSS, R.S.:
Clinical applications of coronary arteriography
Circulation 27
107 (1963)
38. SMITH, R.F., J.W. HARTHORNE, Ch.A. SANDERS:
Vectorcardiographic changes during intracoronary
injections
Circulation 36
63-76 (1967)
39. SO, C.S.:
Hemiblock und faszikuläre Blockbilder
Med. Klin. 69
1139-1151 (1974)
40. SOLOFF, L.A., G.A. de LOS SANTOS, M.J. OPPENHEIMER:
Electrocardiographic changes produced by potassium
and other ions injected into the coronary arteries
of intact dogs
Circulat. Res. 8
479 (1960)
41. SONES, M., E.K. SHIREY:
Cine coronary arteriography
Mod. Conc. cardiov. Dis. 31
735 (1962)
42. WEIKL, A., O.E. DURST, E. LANG:
Komplikationen der selektiven Koronarangiographie
in Abhängigkeit von verwendeten Kontrastmitteln
Fortschr. Röntgenstr. 123
218-222 (1975)

Tab. 1:

Änderung der R-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die linke Kranzarterie
Ableitung II

Gruppe	vor Injektion				Zeitpunkt				Injektion				in Sekunden				20'				60'			
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s			
Alter	≤ 45	a 10	7.1	3.7	9	6.4	3.6	11	6.3	3.3	11	5.6	4.0	11	6.8	5.3	11	6.7	3.8	11	6.7	3.8		
		r 10	0.7	1.3	9	0.2	0.7	11	0.1	0.8	11	-0.6	1.7	11	0.6	3.3	11	0.5	1.1	11	0.5	1.1		
in Jahren	> 45	a 15	6.1	4.6	12	7.1	4.6	15	6.3	4.8	15	5.9	6.2	15	6.3	5.0	15	6.0	3.9	15	6.0	3.9		
		r 15	0.3	1.9	12	0.8	1.9	15	0.4	2.3	15	0.1	3.7	15	0.4	2.8	15	0.1	1.2	15	0.1	1.2		
Geschlecht	♂	a 16	6.3	5.0	11	7.0	5.2	16	6.3	4.9	16	5.8	6.1	16	6.7	6.2	16	6.0	4.5	16	6.0	4.5		
		r 16	0.6	2.0	11	0.9	2.0	16	0.6	2.2	16	0.1	3.5	16	1.0	3.6	16	0.3	1.3	16	0.3	1.3		
Gesund	♀	a 9	7.0	2.6	10	6.6	2.8	10	6.2	2.9	10	5.8	3.9	10	6.1	2.5	10	6.8	2.5	10	6.8	2.5		
		r 9	0.2	0.4	10	0.1	0.6	10	-0.3	0.7	10	-0.8	2.0	10	-0.4	1.2	10	0.3	0.9	10	0.3	0.9		
Erkrankt	gesund	a 13	6.3	3.9	9	6.5	3.6	14	5.6	3.5	14	5.2	4.2	14	5.9	5.1	14	5.9	3.8	14	5.9	3.8		
		r 13	0.5	1.4	9	0.3	0.6	14	-0.1	1.0	14	-0.5	1.9	14	0.2	3.1	14	0.2	1.2	14	0.2	1.2		
Versorgungstyp	krank	a 12	6.8	4.8	12	7.1	4.7	12	7.0	4.9	12	6.4	6.5	12	7.1	5.2	12	6.7	3.9	12	6.7	3.9		
		r 12	0.4	2.0	12	0.7	2.0	12	0.7	2.4	12	0.1	4.0	12	0.8	2.9	12	0.4	1.1	12	0.4	1.1		
Versorgungstyp	Normal	a 14	5.0	2.6	13	5.4	2.5	15	5.0	2.5	15	4.2	3.1	15	5.0	2.7	15	5.2	2.6	15	5.2	2.6		
		r 14	-0.1	0.8	13	0.3	0.8	15	-0.0	1.2	15	-0.8	1.6	15	-0.0	1.7	15	0.2	0.9	15	0.2	0.9		
Versorgungstyp	Links	a 5	5.1	1.8	3	6.0	1.8	5	4.7	1.8	5	3.1	2.7	5	4.0	2.6	5	4.5	2.0	5	4.5	2.0		
		r 5	0.1	1.4	3	-0.3	0.3	5	-0.3	0.8	5	-1.9	2.1	5	-1.0	1.0	5	-0.5	0.6	5	-0.5	0.6		
Versorgungstyp	Rechts	a 6	11.3	5.5	5	11.0	6.1	6	10.8	5.8	6	11.8	6.9	6	12.3	6.9	6	10.4	4.7	6	10.4	4.7		
		r 6	1.9	2.5	5	1.8	2.7	6	1.5	3.1	6	2.5	4.6	6	3.0	5.0	6	1.1	1.6	6	1.1	1.6		

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

 $\bar{n}$ = Anzahl der Meßwerte $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Änderung der R-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die rechte Kranzarterie
Ableitung II

Gruppe	vor Injektion						Zeitpunkt nach Injektion						in Sekunden							
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s		
Alter	≤ 45	a	11	6.8	3.8	10	6.2	3.9	11	7.2	3.9	11	7.9	4.4	11	9.2	3.4	11	6.4	3.8
		r	11	0.6	1.2	10	0.4	0.9	11	1.0	1.2	11	1.8	2.1	11	3.0	1.2	11	0.2	0.8
in Jahren	> 45	a	15	6.2	4.1	13	7.0	4.6	15	6.9	5.0	15	6.9	5.3	15	6.9	4.6	15	5.9	4.3
		r	15	0.3	1.5	13	0.8	2.0	15	1.1	2.4	15	1.0	3.0	15	1.0	2.1	15	0.0	1.6
Geschlecht	♂	a	16	6.2	4.5	13	6.6	5.2	16	6.9	5.3	16	7.4	5.5	16	8.0	5.0	16	6.0	4.6
		r	16	0.5	1.5	13	0.9	2.0	16	1.3	2.4	16	1.7	2.7	16	2.3	2.2	16	0.3	1.5
Gesund	♀	a	10	6.8	3.0	10	6.8	2.8	10	7.2	3.0	10	7.2	4.1	10	7.6	2.8	10	6.3	2.9
		r	10	0.3	1.2	10	0.3	0.8	10	0.7	1.0	10	0.7	2.4	10	1.1	1.3	10	-0.2	1.0
Erkrankt	gesund	a	14	6.0	3.5	11	6.2	3.7	14	6.4	3.5	14	7.2	3.9	14	8.0	3.5	14	5.7	3.3
		r	14	0.3	1.2	11	0.5	1.1	14	0.7	1.1	14	1.4	1.8	14	2.3	1.6	14	-0.0	0.6
Versor-	krank	a	12	6.9	4.5	12	7.1	4.8	12	7.8	5.4	12	7.6	6.0	12	7.6	5.1	12	6.6	4.8
		r	12	0.6	1.6	12	0.8	1.9	12	1.5	2.6	12	1.2	3.4	12	1.3	2.3	12	0.2	1.9
Vorsor-	Normal	a	15	5.4	3.0	14	5.7	2.8	15	5.9	2.9	15	6.1	3.4	15	6.6	2.6	15	5.0	2.8
		r	15	0.4	1.1	14	0.5	1.0	15	0.9	1.0	15	1.1	1.9	15	1.6	1.3	15	-0.0	0.8
gungstyp	Links	a	5	5.2	2.1	4	5.4	2.7	5	5.5	1.7	5	5.8	3.1	5	7.4	3.1	5	5.0	2.0
		r	5	0.2	0.5	4	0.1	0.3	5	0.5	0.6	5	0.8	2.5	5	2.4	2.2	5	-0.0	0.7
	Rechts	a	6	9.9	5.4	5	10.5	6.6	6	11.3	6.8	6	11.7	7.1	6	11.5	6.5	6	9.9	5.6
		r	6	0.6	2.3	5	1.3	3.0	6	1.9	3.8	6	2.4	4.1	6	2.1	3.2	6	0.5	2.5

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Änderung der R-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die linke Kranzarterie
Ableitung V₂

Gruppe	vor Injektion					Zeitpunkt					Injektion					in Sekunden					
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	5'	n	$\bar{x}$	s	10'	n	$\bar{x}$	s	20'	n	$\bar{x}$	60'
Alter	a	10	3.5	1.6	9	2.9	2.5	11	3.5	1.8	11	5.4	2.7	11	5.9	4.8	11	3.8	2.7	11	3.8
	r	10	-0.5	2.8	9	-0.4	1.3	11	-0.3	2.6	11	1.6	4.0	11	2.1	4.3	11	-0.0	2.5	11	-0.0
in Jahren	a	15	3.0	2.4	12	2.7	2.3	15	2.7	2.2	15	2.9	3.0	15	3.4	2.9	15	2.8	2.1	15	2.8
	r	15	0.2	0.8	12	-0.4	0.8	15	-0.1	1.1	15	0.0	2.4	15	0.5	1.7	15	-0.1	0.8	15	-0.1
Geschlecht	a ♂	16	3.4	2.1	11	3.3	2.6	16	3.3	2.2	16	4.4	3.5	16	5.4	4.6	16	3.8	2.6	16	3.8
	r ♀	16	-0.1	2.3	11	-0.2	1.2	16	-0.2	2.2	16	0.9	3.6	16	1.9	3.6	16	0.2	2.0	16	0.2
Gesund	a	9	2.8	2.0	10	2.2	1.9	10	2.7	1.7	10	3.2	2.1	10	2.9	2.1	10	2.3	1.8	10	2.3
	r	9	-0.1	0.9	10	-0.7	0.7	10	-0.2	1.1	10	0.3	2.5	10	0.1	1.6	10	-0.5	0.9	10	-0.5
Erkrankt	a	13	2.6	1.9	9	2.6	2.7	14	3.1	1.8	14	4.6	2.8	14	4.6	4.6	14	2.9	2.6	14	2.9
	r	13	-0.5	2.5	9	-0.1	1.1	14	0.1	2.3	14	1.6	3.6	14	1.6	3.7	14	-0.1	2.0	14	-0.1
Versorgungstyp	a	12	3.8	2.1	12	2.9	2.2	12	3.0	2.3	12	3.2	3.3	12	4.3	3.2	12	3.5	2.2	12	3.5
	r	12	0.3	0.7	12	-0.7	0.8	12	-0.6	1.2	12	-0.4	2.3	12	0.7	2.3	12	-0.1	1.4	12	-0.1
Versorgungstyp	a	14	3.4	1.8	13	2.9	2.5	15	3.0	1.7	15	4.0	2.8	15	4.7	4.5	15	3.2	2.5	15	3.2
	r	14	0.0	1.2	13	-0.5	1.1	15	-0.3	1.8	15	0.7	3.0	15	1.4	3.4	15	-0.0	1.5	15	-0.0
Versorgungstyp	a	5	2.9	1.5	3	2.7	1.6	5	2.9	1.2	5	3.4	2.5	5	3.9	2.2	5	2.7	1.4	5	2.7
	r	5	0.5	1.0	3	0.0	0.9	5	0.5	0.8	5	1.0	3.4	5	1.5	1.5	5	0.3	0.8	5	0.3
Versorgungstyp	a	6	3.0	3.2	5	2.4	2.7	6	3.4	3.2	6	4.3	4.5	6	4.3	4.2	6	3.5	2.9	6	3.5
	r	6	-1.0	3.3	5	-0.4	0.7	6	-0.6	2.6	6	0.3	4.0	6	0.3	3.4	6	-0.5	2.6	6	-0.5

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Messwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Änderung der R-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die rechte Kranzarterie
Ableitung V₂

Gruppe	vor Injektion			Zeitpunkt			nach Injektion			in Sekunden		
	1'			5'			10'			20'		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
Alter												
≤ 45	a 11	4.2	3.2	10	3.5	2.6	11	3.8	2.6	11	4.2	3.1
	r 11	0.4	2.3	10	0.3	1.3	11	-0.0	1.6	11	0.4	1.7
> 45	a 15	3.0	2.1	13	2.9	2.1	15	2.9	2.2	15	3.4	2.6
	r 15	0.1	0.6	13	-0.2	0.7	15	0.1	0.8	15	0.5	1.4
in Jahren												
♂	a 10	4.0	3.1	13	3.7	2.7	10	3.5	2.7	10	4.3	3.2
	r 10	0.5	1.9	13	0.3	1.2	10	-0.0	1.4	10	0.7	1.6
Geschlecht												
♀	a 10	2.7	1.6	10	2.5	1.6	10	2.9	1.9	10	2.9	2.0
	r 10	-0.1	0.6	10	-0.3	0.6	10	0.1	0.6	10	0.1	1.3
Gesund												
gesund	a 14	3.4	3.1	11	2.9	2.7	14	3.1	2.6	14	3.5	2.9
	r 14	0.4	2.0	11	0.3	1.2	14	0.1	1.2	14	0.5	1.0
Erkrankt												
krank	a 12	3.7	2.1	12	3.3	2.0	12	3.6	2.2	12	3.9	2.8
	r 12	0.1	0.6	12	-0.3	0.7	12	-0.0	1.2	12	0.4	2.0
Versor-												
Normal	a 13	3.4	2.2	14	3.2	2.3	15	3.4	2.4	15	3.8	2.8
	r 15	0.1	0.7	14	-0.2	0.8	15	0.1	1.2	15	0.5	1.7
Links	a 3	2.8	0.9	4	2.4	0.9	3	2.4	1.3	3	2.6	0.7
	r 3	0.4	0.7	4	-0.1	0.5	3	0.0	0.7	3	0.2	1.5
Rechts	a 0	4.4	3.9	5	3.5	3.4	0	3.9	3.1	0	4.0	3.3
	r 0	0.4	3.1	5	0.7	1.6	0	-0.1	1.6	0	0.0	1.2

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Tab. 5:

Änderung der R-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die linke Kranzarterie
Ableitung V₄

Gruppe	vor Injektion				Zeitpunkt				nach Injektion				in Sekunden						
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	
Alter	≤ 45	a 10	11.3	4.2	9	9.7	4.6	11	10.5	4.2	11	12.9	4.7	11	14.4	8.3	11	10.5	4.9
		r 10	-0.4	3.0	9	0.0	2.4	11	-0.3	3.1	11	2.0	3.7	11	3.6	5.1	11	-0.3	1.8
in Jahren	> 45	a 15	9.3	5.8	12	9.3	5.6	15	8.6	5.3	15	10.3	9.2	15	12.1	9.0	15	9.6	6.9
		r 15	-1.1	4.0	12	-2.2	5.2	15	-1.9	5.6	15	-0.2	7.2	15	1.7	4.4	15	-0.8	3.7
Geschlecht	♂	a 16	11.4	5.6	11	11.7	5.0	16	10.5	5.3	16	13.2	8.4	16	16.0	9.4	16	12.0	6.6
		r 16	-2.1	3.5	11	-3.3	4.6	16	-3.1	4.3	16	-0.4	5.6	16	2.4	5.6	16	-1.6	3.1
Gesund	♀	a 9	7.8	3.4	10	7.0	3.9	10	7.7	3.6	10	8.5	5.2	10	8.5	4.6	10	6.9	3.3
		r 9	1.4	2.5	10	1.0	2.6	10	1.8	3.7	10	2.6	6.5	10	2.7	2.8	10	1.0	2.1
Erkrankt	gesund	a 13	8.7	4.7	9	7.8	4.9	14	8.6	4.8	14	11.5	5.2	14	11.5	8.1	14	8.6	4.9
		r 13	0.1	3.4	9	0.9	3.4	14	0.5	4.1	14	3.4	4.9	14	3.4	4.7	14	0.5	2.4
Versor-	krank	a 12	11.6	5.5	12	10.7	5.0	12	10.3	5.0	12	11.2	10.0	12	15.0	9.2	12	11.6	7.0
		r 12	-1.9	3.7	12	-2.8	4.4	12	-3.2	4.7	12	-2.3	5.9	12	1.5	4.7	12	-1.9	3.2
ungstyp	Normal	a 14	9.0	3.9	13	8.3	4.6	15	8.1	3.6	15	9.1	5.1	15	10.6	5.5	15	8.2	3.9
		r 14	0.7	2.7	13	0.3	3.0	15	0.2	4.2	15	1.2	5.9	15	2.7	3.9	15	0.3	2.6
Versor-	Links	a 5	7.8	2.5	3	8.5	2.8	5	8.2	4.0	5	10.2	6.4	5	10.7	3.3	5	8.4	2.3
		r 5	-1.0	2.8	3	-0.5	3.0	5	-0.6	3.8	5	1.4	7.5	5	1.9	2.9	5	-0.4	1.4
ungstyp	Rechts	a 6	14.6	7.1	5	12.8	6.5	6	13.8	6.2	6	18.0	10.6	6	21.4	13.1	6	16.0	8.9
		r 6	-4.4	3.9	5	-5.6	5.5	6	-5.3	4.8	6	-1.0	5.8	6	2.4	7.7	6	-3.0	3.9

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Messwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Änderung der R-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die rechte Kranzarterie
Ableitung V₄

Gruppe	vor Injektion				Zeitpunkt				nach Injektion				in Sekunden							
	n	$\bar{x}$	s	1'	n	$\bar{x}$	s	5'	n	$\bar{x}$	s	10'	n	$\bar{x}$	s	20'	n	$\bar{x}$	s	60'
Alter	a	11	10.8	5.0	10	9.3	3.5	11	10.4	5.1	11	12.0	6.2	11	11.6	6.7	11	10.7	5.3	
	r	11	0.0	2.3	10	-0.4	2.6	11	-0.4	1.9	11	1.2	2.1	11	0.8	2.8	11	-0.2	2.4	
in Jahren	a	15	9.7	6.5	13	9.2	5.3	15	8.4	5.0	15	9.0	5.2	15	10.6	7.8	15	9.9	6.6	
	r	15	-0.8	3.3	13	-1.6	4.9	15	-2.1	6.3	15	-1.4	5.1	15	0.1	3.2	15	-0.6	3.0	
Geschlecht	a	16	12.1	6.4	13	11.2	4.5	16	10.4	5.5	16	11.8	5.8	16	13.3	8.1	16	12.1	6.4	
	r	16	-1.5	2.7	13	-2.5	4.6	16	-3.2	5.3	16	-1.8	4.3	16	-0.3	3.1	16	-1.4	2.6	
Gesund	a	10	7.2	3.2	10	6.7	3.3	10	7.4	3.7	10	7.8	4.9	10	7.4	3.6	10	7.1	3.7	
	r	10	1.3	2.3	10	0.8	2.1	10	1.5	2.1	10	1.9	3.1	10	1.5	2.5	10	1.2	2.2	
Erkrankt	a	14	8.5	5.1	11	7.2	3.6	14	8.1	5.5	14	9.4	6.3	14	9.3	6.6	14	8.1	5.1	
	r	14	0.3	2.7	11	0.4	3.0	14	-0.0	2.9	14	1.2	1.9	14	1.2	2.8	14	-0.0	2.6	
Versor-	a	12	12.1	6.2	12	11.1	4.6	12	10.5	4.4	12	11.3	5.0	12	13.0	7.7	12	12.6	6.2	
	r	12	-1.4	2.9	12	-2.4	4.5	12	-3.0	6.3	12	-2.2	5.4	12	-0.5	3.1	12	-0.9	3.0	
gungstyp	a	15	8.5	4.0	14	8.2	3.9	15	8.0	3.6	15	8.6	4.4	15	8.9	4.8	15	8.5	4.5	
	r	15	0.7	2.5	14	0.5	2.4	15	0.1	2.8	15	0.7	2.9	15	1.0	2.9	15	0.7	2.2	
Links	a	5	8.0	2.2	4	8.7	1.5	5	7.2	3.2	5	8.5	3.5	5	7.9	1.0	5	8.4	2.3	
	r	5	-0.8	2.1	4	-0.5	1.6	5	-1.6	2.6	5	-0.3	3.1	5	-0.9	3.1	5	-0.4	1.9	
Rechts	a	6	16.1	8.1	5	12.5	6.6	6	14.0	7.0	6	16.0	6.8	6	18.9	10.1	6	15.8	8.3	
	r	6	-2.9	2.9	5	-5.8	5.5	6	-5.0	8.4	6	-3.0	6.9	6	-0.1	3.0	6	-3.2	2.9	

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Tab. 7:

Änderung der R-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die linke Kranzarterie
Ableitung V₅

Gruppe	vor Injektion				Zeitpunkt				nach Injektion				in Sekunden							
					5'				10'				20'				60'			
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s		
Alter	≤ 45	a 10	13.8	5.7	9	12.3	6.0	11	12.0	4.9	11	15.7	6.3	11	16.0	7.0	11	12.1	5.5	
		r 10	1.1	2.8	9	0.8	3.5	11	-0.1	3.4	11	3.6	2.8	11	3.9	3.5	11	-0.0	1.1	
in Jahren	> 45	a 15	12.8	7.4	12	10.8	6.8	15	11.0	6.4	15	12.0	9.9	15	16.9	11.7	15	13.1	8.0	
		r 15	-1.0	3.1	12	-2.1	3.7	15	-2.7	4.2	15	-1.8	7.4	15	3.2	5.1	15	-0.6	3.5	
Geschlecht	♂	a 16	15.9	6.4	11	14.8	5.8	16	13.5	5.3	16	16.7	8.8	16	21.2	9.0	16	16.0	6.6	
		r 16	-1.0	3.4	11	-2.4	3.9	16	-3.3	3.5	16	-0.1	7.2	16	4.4	5.0	16	-0.8	3.4	
	♀	a 9	8.4	4.0	10	7.8	4.8	10	8.2	5.1	10	8.5	5.5	10	9.1	5.7	10	7.4	3.0	
		r 9	1.3	2.1	10	0.8	3.1	10	1.2	3.2	10	1.5	5.2	10	2.1	3.1	10	0.4	0.9	
Gesund	gesund	a 13	11.8	4.3	9	9.4	4.6	14	10.6	4.4	14	14.1	5.0	14	14.0	6.3	14	11.4	4.7	
		r 13	0.2	3.1	9	0.8	3.5	14	-0.6	4.1	14	2.8	3.8	14	2.7	3.9	14	0.1	1.3	
Erkrankt	krank	a 12	14.6	8.5	12	13.0	7.2	12	12.4	7.1	12	12.9	11.7	12	19.5	12.4	12	14.2	8.8	
		r 12	-0.5	3.2	12	-2.1	3.7	12	-2.7	3.7	12	-2.2	7.9	12	4.4	5.0	12	-0.8	3.9	
Versor-	Normal	a 14	12.5	6.6	13	10.6	6.3	15	10.5	5.5	15	11.8	7.5	15	14.1	7.3	15	11.3	6.1	
		r 14	0.7	2.5	13	0.1	3.5	15	-0.9	3.9	15	0.3	7.2	15	2.7	3.2	15	-0.2	1.6	
gungstyp	Links	a 5	11.6	1.0	3	11.8	2.1	5	11.2	3.5	5	13.1	8.9	5	16.8	5.1	5	13.5	3.0	
		r 5	-1.4	3.0	3	-1.2	2.1	5	-1.8	4.9	5	0.1	8.0	5	3.8	4.0	5	0.5	0.9	
	Rechts	a 6	15.9	9.3	5	13.5	8.5	6	13.9	7.7	6	18.3	10.6	6	22.3	15.8	6	15.5	10.5	
		r 6	-1.1	4.3	5	-3.7	4.3	6	-3.1	3.9	6	1.3	2.8	6	5.3	7.0	6	-1.5	5.3	

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Tab. 8:

Änderung der R-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die rechte Kranzarterie
Ableitung V_5

Gruppe	vor Injektion			Zeitpunkt			nach Injektion			Injektion			in Sekunden			60'				
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s		
Alter	≤ 45	a	11	12.4	4.7	10	10.9	4.3	11	11.1	3.7	11	12.8	5.1	11	13.3	5.5	11	11.7	3.9
		r	11	0.3	2.0	10	-0.8	2.0	11	-1.0	2.6	11	0.7	3.1	11	1.2	2.8	11	-0.4	2.3
in Jahren	> 45	a	15	12.9	7.5	13	11.3	7.3	15	10.7	6.1	15	11.9	6.3	15	13.4	9.4	15	13.7	9.3
		r	15	-0.9	2.0	13	-2.3	4.3	15	-3.1	4.9	15	-1.8	3.8	15	-0.3	4.0	15	-0.0	2.3
Geschlecht	♂	a	16	15.5	6.2	13	13.9	6.2	16	12.7	5.2	16	14.8	5.6	16	16.8	8.0	16	16.1	7.5
		r	16	-1.3	1.9	13	-3.3	3.9	16	-4.1	4.2	16	-2.1	3.7	16	-0.0	4.3	16	-0.7	2.6
	♀	a	10	8.1	3.4	10	7.5	3.4	10	7.9	3.5	10	8.3	3.3	10	8.0	3.3	10	7.8	3.6
		r	10	1.1	1.4	10	0.5	0.8	10	0.9	1.1	10	1.3	2.6	10	1.0	1.8	10	0.8	1.1
Gesund	gesund	a	14	11.3	4.0	11	8.9	3.3	14	9.6	3.4	14	11.8	4.6	14	12.3	4.9	14	11.1	4.6
		r	14	0.1	2.2	11	-1.4	4.5	14	-1.7	4.1	14	0.5	3.3	14	1.0	3.6	14	-0.1	1.4
Erkrankt	krank	a	12	14.2	8.3	12	13.2	7.3	12	12.3	6.5	12	12.8	7.0	12	14.7	10.4	12	14.9	9.6
		r	12	-0.9	1.8	12	-1.9	2.5	12	-2.8	4.3	12	-2.3	3.7	12	-0.4	3.5	12	-0.2	3.0
Versor-	Normal	a	15	11.3	5.6	14	9.9	5.3	15	9.9	4.4	15	10.6	4.2	15	11.1	5.3	15	11.1	5.6
		r	15	-0.1	2.1	14	-1.5	4.0	15	-1.5	3.3	15	-0.8	3.6	15	-0.4	3.3	15	-0.4	2.0
gungstyp	Links	a	5	12.4	1.6	4	11.3	1.3	5	10.0	3.3	5	12.1	5.0	5	13.1	4.0	5	12.9	3.0
		r	5	-0.6	1.7	4	-1.0	1.8	5	-3.0	4.7	5	-0.9	4.2	5	0.1	2.3	5	-0.1	1.4
	Rechts	a	6	16.2	9.5	5	14.4	9.4	6	13.8	7.4	6	16.6	8.0	6	19.4	12.6	6	17.4	12.2
		r	6	-0.8	2.4	5	-2.8	3.3	6	-3.2	5.8	6	-0.4	4.2	6	2.4	4.6	6	0.4	3.4

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Messwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Tab. 9:

Änderung der T-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die linke Kranzarterie
Ableitung II

Gruppe	vor Injektion			Zeitpunkt			nach			Injektion			in			Sekunden			60'			
	1'			5'			10'			20'			30'			60'						
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	
Alter in Jahren	≤ 45	a 10	0.6	1.7	10	0.5	1.9	10	1.8	1.7	10	2.0	3.1	10	1.2	2.5	9	0.8	2.2	9	0.4	1.9
		r 10	-0.3	1.5	10	-0.4	1.6	10	0.8	1.2	10	1.0	2.9	10	0.3	2.2	9	-0.1	1.9	9	-0.4	1.6
	> 45	a 15	-0.1	1.5	15	-0.2	1.5	15	0.3	1.6	15	1.2	1.8	15	-0.0	1.7	15	0.1	1.8	14	0.3	1.5
		r 15	-0.3	0.9	15	-0.4	0.9	15	0.2	1.1	15	1.1	2.1	15	-0.2	1.1	15	0.0	1.1	14	0.2	0.8
Ge- schlecht	♂	a 15	0.5	1.6	15	0.3	1.8	15	0.9	1.8	15	1.5	2.6	15	0.4	2.2	15	0.4	2.0	14	0.5	1.7
		r 15	-0.1	0.9	15	-0.2	1.3	15	0.3	1.3	15	1.0	2.6	15	-0.1	1.5	15	-0.1	1.4	14	0.0	1.1
	♀	a 10	-0.3	1.4	10	-0.3	1.4	10	0.9	1.7	10	1.5	2.2	10	0.5	2.0	9	0.3	2.0	9	0.1	1.5
		r 10	-0.6	1.5	10	-0.7	1.1	10	0.6	1.0	10	1.3	2.3	10	0.2	1.7	9	0.1	1.5	9	-0.2	1.3
Gesund	gesund	a 13	0.5	1.9	13	0.2	2.0	13	1.2	1.8	13	1.5	3.0	13	0.8	2.5	12	0.5	2.2	12	0.6	1.8
		r 13	-0.2	1.5	13	-0.5	1.5	13	0.5	1.1	13	0.8	2.6	13	0.2	1.9	12	-0.1	1.7	12	-0.1	1.5
Erkrankt	krank	a 12	-0.2	1.1	12	-0.1	1.3	12	0.6	1.7	12	1.6	1.7	12	0.0	1.5	12	0.2	1.7	11	0.0	1.4
		r 12	-0.4	0.7	12	-0.3	0.9	12	0.4	1.2	12	1.4	2.3	12	-0.2	1.1	12	0.0	1.2	11	-0.0	0.6
Versor- gungs- typ	Normal	a 15	0.3	1.6	15	0.3	1.6	15	1.2	1.8	15	1.7	2.6	15	0.8	2.2	14	0.5	1.9	13	0.3	1.8
		r 15	-0.3	1.4	15	-0.2	1.2	15	0.7	1.3	15	1.2	2.6	15	0.3	1.8	14	0.0	1.7	13	-0.2	1.4
	Links	a 4	0.9	1.2	4	0.9	1.0	4	1.1	1.7	4	2.0	1.6	4	1.4	1.3	4	2.0	1.4	4	1.5	1.0
		r 4	-0.4	1.1	4	-0.4	1.1	4	-0.1	1.2	4	0.8	0.6	4	0.1	0.9	4	0.8	0.6	4	0.3	0.5
	Rechts	a 6	-0.6	1.6	6	-1.2	1.9	6	-0.1	1.6	6	0.8	2.3	6	-1.1	1.8	6	-1.0	1.4	6	-0.4	1.1
		r 6	-0.3	0.4	6	-0.8	1.4	6	0.3	0.5	6	1.1	3.0	6	-0.8	1.3	6	-0.7	1.1	6	-0.1	0.9
a = Originalwert in m Volt																						
r = Originalwert minus Ruhewert																						
n = Anzahl der Messwerte																						
$\bar{x}$ = Mittelwert																						
s = Streubreite																						

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Änderung der T-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die rechte Kranzarterie
Ableitung II

Gruppe	vor Injektion			Zeitpunkt			nach			Injektion			in			Sekunden			60'			
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	
Alter in Jahren	≤ 45	a 11	0.8	1.0	11	0.7	0.8	11	0.3	1.4	11	-0.1	1.8	11	-0.4	1.3	10	-0.3	1.0	10	-0.1	1.1
		r 11	-0.2	0.7	11	-0.3	0.9	11	-0.7	1.4	11	-1.1	2.0	11	-1.4	1.4	10	-1.3	1.3	10	-1.1	1.2
	> 45	a 15	-0.5	1.7	15	-0.5	1.7	15	-0.6	2.6	15	-1.0	2.6	15	-1.1	2.4	15	-0.7	1.7	15	-0.6	1.6
		r 15	-0.6	0.9	15	-0.6	0.9	15	-0.7	1.7	15	-1.1	1.8	15	-1.2	1.7	15	-0.8	1.0	15	-0.7	0.9
Ge- schlecht	♂	a 16	0.1	1.7	16	0.1	1.6	16	-0.2	2.7	16	-0.4	2.8	16	-0.8	2.3	16	-0.3	1.6	16	-0.2	1.6
		r 16	-0.5	0.9	16	-0.5	0.9	16	-0.8	1.8	16	-1.0	2.1	16	-1.5	1.5	16	-1.0	1.0	16	-0.9	0.8
	♀	a 10	0.0	1.4	10	-0.2	1.2	10	-0.3	1.1	10	-0.9	1.1	10	-0.8	1.4	9	-0.8	1.3	9	-0.6	1.1
		r 10	-0.3	0.8	10	-0.5	1.0	10	-0.6	1.3	10	-1.2	1.3	10	-1.1	1.6	9	-1.1	1.3	9	-0.8	1.3
Gesund	gesund	a 14	0.4	1.4	14	0.2	1.3	14	0.1	1.5	14	-0.3	2.0	14	-0.6	1.4	13	-0.4	1.2	13	-0.2	1.1
	r 14	-0.4	0.8	14	-0.6	1.0	14	-0.7	1.4	14	-1.1	1.9	14	-1.4	1.4	13	-1.2	1.3	13	-1.0	1.2	
Erkrankt	krank	a 12	-0.3	1.7	12	-0.2	1.7	12	-0.5	2.8	12	-0.9	2.7	12	-1.0	2.5	12	-0.6	1.8	12	-0.6	1.6
	r 12	-0.4	0.8	12	-0.4	0.9	12	-0.7	1.8	12	-1.1	1.8	12	-1.2	1.7	12	-0.8	0.8	12	-0.7	0.8	
Versor- gungstyp	Normal	a 15	0.3	1.3	15	0.2	1.2	15	0.1	1.2	15	-0.4	1.8	15	-0.6	1.5	14	-0.5	1.2	14	-0.3	1.0
		r 15	-0.3	0.8	15	-0.3	0.9	15	-0.4	1.3	15	-0.9	1.8	15	-1.2	1.7	14	-1.0	1.3	14	-0.8	1.1
	Links	a 5	0.5	0.9	5	0.3	0.9	5	0.3	1.4	5	0.2	1.3	5	-0.0	0.6	5	0.3	0.8	5	-0.2	1.1
		r 5	-1.0	0.6	5	-1.1	0.8	5	-1.1	0.9	5	-1.2	1.2	5	-1.4	1.1	5	-1.1	1.2	5	-1.6	0.6
Rechts	a 6	-0.8	2.3	6	-0.8	2.4	6	-1.5	3.9	6	-1.9	3.7	6	-1.9	3.2	6	-1.3	2.1	6	-0.8	2.2	
	r 6	-0.5	0.9	6	-0.4	1.0	6	-1.2	2.5	6	-1.5	2.4	6	-1.6	1.7	6	-1.0	0.8	6	-0.5	1.1	
	a =	Originalwert in m Volt																				
	r =	Originalwert minus Ruhewert																				
	n =	Anzahl der Meßwerte																				
	$\bar{x}$ =	Mittelwert																				
	s =	Streuung																				

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Änderung der T-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die linke Kranzarterie
Ableitung V_2

Gruppe	vor Injektion			Zeitpunkt			nach			Injektion			in			Sekunden			60'			
				1'			5'			10'			20'			30'						
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s				
Alter in Jahren	≤ 45	a 10	1.2	3.8	10	1.7	4.8	10	0.9	3.5	10	0.7	5.5	10	1.3	5.1	9	2.1	5.0	9	1.2	4.4
		r 10	0.3	1.7	10	0.8	2.5	10	0.0	2.1	10	-0.2	3.9	10	0.4	3.5	9	1.1	2.4	9	0.2	1.8
	>45	a 15	2.1	3.3	15	2.0	3.3	15	1.9	3.2	15	1.6	3.8	15	2.7	4.4	15	2.5	3.8	14	2.1	3.5
		r 15	0.9	3.8	15	0.8	3.7	15	0.8	3.9	15	0.4	4.2	15	1.5	3.8	15	1.4	3.6	14	1.0	3.9
Ge- schlecht	♂	a 15	2.8	4.2	15	3.1	4.6	15	2.7	3.8	15	2.4	5.5	15	3.5	5.5	15	3.5	4.9	14	2.9	4.6
		r 15	1.2	3.9	15	1.5	4.0	15	1.1	4.1	15	0.8	5.0	15	1.9	4.6	15	1.9	3.8	14	1.3	4.0
	♀	a 10	0.2	0.7	10	0.0	1.0	10	-0.3	0.7	10	-0.5	1.4	10	0.0	1.3	9	0.5	1.5	9	-0.1	1.0
		r 10	-0.0	0.8	10	-0.2	0.7	10	-0.5	1.0	10	-0.7	1.6	10	-0.2	0.8	9	0.3	1.1	9	-0.3	0.9
Gesund	gesund	a 13	1.2	3.4	13	1.5	4.3	13	0.8	3.2	13	1.3	5.0	13	1.0	4.3	12	1.7	4.4	12	1.4	4.0
		r 13	0.1	1.7	13	0.4	2.4	13	-0.2	1.9	13	0.2	3.5	13	-0.1	2.7	12	0.5	2.1	12	0.3	1.9
Erkrankt	krank	a 12	2.3	3.6	12	2.3	3.5	12	2.2	3.4	12	1.2	4.1	12	3.4	4.8	12	3.1	4.0	11	2.1	3.8
		r 12	1.3	4.1	12	1.3	4.0	12	1.2	4.3	12	0.2	4.6	12	2.4	4.2	12	2.1	3.9	11	1.2	4.3
Versor- gungstyp	Normal	a 15	0.9	2.5	15	0.9	2.5	15	0.9	3.0	15	-0.2	3.2	15	1.4	3.9	14	1.5	3.6	13	0.8	3.3
		r 15	-0.2	1.3	15	-0.3	1.3	15	-0.2	1.7	15	-1.3	2.7	15	0.3	3.0	14	0.3	2.0	13	-0.3	1.5
	Links	a 4	-0.6	0.9	4	-0.5	0.6	4	-0.5	0.4	4	-0.5	0.9	4	-0.9	1.4	4	-0.3	1.2	4	-0.8	1.6
		r 4	0.4	1.7	4	0.5	1.9	4	0.5	2.3	4	0.5	1.8	4	0.1	1.5	4	0.8	1.6	4	0.3	1.4
	Rechts	a 6	5.3	4.3	6	5.9	5.3	6	4.3	3.7	6	5.8	5.9	6	5.9	5.7	6	6.1	4.7	6	5.4	3.8
		r 6	3.1	5.5	6	3.8	5.4	6	2.2	5.9	6	3.7	5.7	6	3.8	5.2	6	3.9	4.8	6	3.3	5.4

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Änderung der T-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die rechte Kranzarterie
Ableitung V₂

Gruppe	vor Injektion				Zeitpunkt				nach				Injektion				in				Sekunden				60'			
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	
Alter in Jahren	≤ 45	a 11	1.7	3.5	11	1.5	3.4	11	2.7	3.0	11	2.8	3.8	11	2.9	4.0	10	2.3	4.8	10	2.3	4.8	10	2.9	4.0	10	2.9	4.0
	>45	a 15	2.0	3.0	15	1.9	2.9	15	2.0	3.2	15	1.8	3.7	15	1.8	3.7	15	2.0	3.1	15	2.0	3.1	15	2.0	3.0	15	2.0	3.0
Ge- schlecht	♂	a 16	2.9	3.6	16	2.6	3.6	16	3.2	3.4	16	3.2	4.4	16	3.2	4.4	16	2.9	4.4	16	2.9	4.4	16	3.5	3.7	16	3.5	3.7
	♀	a 10	0.3	1.1	10	0.3	0.9	10	0.7	1.4	10	0.8	1.4	10	0.8	1.4	10	0.8	1.5	9	0.7	1.5	9	0.4	1.5	9	0.4	1.5
Gesund	gesund	a 14	1.9	3.2	14	1.8	3.1	14	2.7	2.8	14	2.9	3.7	14	3.3	3.7	13	2.8	4.2	13	2.8	4.2	13	2.8	3.8	13	2.8	3.8
	krank	a 12	1.9	3.3	12	1.7	3.2	12	1.8	3.5	12	1.5	3.7	12	1.1	3.7	12	1.3	3.2	12	1.3	3.2	12	1.9	3.0	12	1.9	3.0
Erkrankt	Normal	a 15	1.2	2.4	15	1.1	2.2	15	1.3	2.2	15	0.9	2.6	15	1.1	3.2	14	1.1	3.3	14	1.1	3.3	14	1.4	3.1	14	1.4	3.1
	Links	a 5	0.4	2.3	5	0.1	2.3	5	1.5	1.5	5	1.3	1.4	5	1.7	2.9	5	0.8	3.5	5	0.8	3.5	5	1.6	1.7	5	1.6	1.7
Versor- gungstyp	Rechts	a 6	5.0	3.8	6	4.8	3.7	6	5.3	4.1	6	6.3	4.6	6	5.7	4.5	6	5.4	3.6	6	5.4	3.6	6	5.3	3.7	6	5.3	3.7
		r 6	2.8	5.4	6	2.6	5.7	6	3.2	6.3	6	4.2	6.3	6	3.5	5.9	6	3.2	5.8	6	3.2	5.8	6	3.2	6.0	6	3.2	6.0

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Tab. 13:

Änderung der T-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die linke Kranzarterie
Ableitung V₄

Gruppe	vor Injektion			Zeitpunkt			nach			Injektion			in			Sekunden			60'			
	1'			5'			10'			20'			30'			60'						
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	
Alter in Jahren	≤ 45	a 10	0.0	2.5	10	0.0	2.6	10	-0.2	3.0	10	-0.5	3.7	10	-1.5	3.3	9	-1.2	3.9	9	-0.8	3.7
		r 10	-0.7	1.3	10	-0.7	0.9	10	-0.8	2.3	10	-1.2	3.5	10	-2.3	3.0	9	-1.8	2.1	9	-1.4	1.7
	>45	a 15	0.6	2.7	15	0.6	2.9	15	0.4	3.0	15	-0.8	3.6	15	-0.2	3.9	15	0.1	3.4	14	-0.1	2.8
		r 15	-0.3	2.4	15	-0.3	2.8	15	-0.5	2.3	15	-1.7	3.0	15	-1.1	3.1	15	-0.8	2.7	14	-1.0	2.2
Ge- schlecht	♂	a 15	1.0	2.9	15	1.1	3.0	15	0.9	3.1	15	-0.6	3.9	15	-0.8	4.4	15	-0.1	4.3	14	0.0	3.8
		r 15	-0.5	2.1	15	-0.3	2.3	15	-0.6	2.4	15	-2.1	3.3	15	-2.3	3.3	15	-1.5	2.6	14	-1.5	2.0
Gesund		a 10	-0.5	1.9	10	-0.8	1.9	10	-1.0	2.5	10	-0.8	3.2	10	-0.7	2.3	9	-1.0	2.1	9	-1.1	1.8
		r 10	-0.3	2.0	10	-0.6	2.2	10	-0.8	2.0	10	-0.5	2.8	10	-0.5	2.5	9	-0.6	2.3	9	-0.7	1.9
Erkrankt	gesund	a 13	0.3	2.7	13	0.3	2.9	13	0.6	3.3	13	-0.1	4.1	13	-0.7	3.3	12	-0.2	3.6	12	-0.2	3.2
		r 13	-0.8	1.9	13	-0.8	2.2	13	-0.5	2.2	13	-1.2	3.1	13	-1.7	3.1	12	-1.2	2.5	12	-1.2	1.9
	krank	a 12	0.4	2.6	12	0.4	2.7	12	-0.3	2.6	12	-1.3	3.0	12	-0.9	4.2	12	-0.6	3.7	11	-0.7	3.2
		r 12	-0.1	2.2	12	-0.1	2.3	12	-0.8	2.4	12	-1.8	3.3	12	-1.4	3.1	12	-1.1	2.6	11	-1.1	2.1
Versor- gungstyp	Normal	a 15	0.2	2.8	15	0.3	2.9	15	0.1	3.4	15	-0.4	3.7	15	-0.4	3.8	14	-0.2	3.9	13	-0.4	3.5
		r 15	-0.2	1.2	15	-0.1	1.2	15	-0.3	2.1	15	-0.9	3.1	15	-0.8	2.9	14	-0.6	1.9	13	-0.7	1.5
	Links	a 4	-0.8	2.3	4	-1.1	2.7	4	-0.8	2.5	4	-2.3	3.6	4	-2.4	2.0	4	-2.1	2.3	4	-1.8	2.5
		r 4	-3.0	2.2	4	-3.4	3.1	4	-3.0	2.7	4	-4.5	3.5	4	-4.6	2.0	4	-4.4	2.1	4	-4.0	2.3
	Rechts	a 6	1.4	2.4	6	1.4	2.4	6	0.8	2.0	6	-0.3	3.6	6	-0.7	4.3	6	0.3	3.8	6	0.4	2.8
		r 6	0.8	2.3	6	0.8	2.1	6	0.2	1.3	6	-0.9	2.0	6	-1.3	3.1	6	-0.4	2.4	6	-0.3	1.0

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Änderung der T-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die rechte Kranzarterie
Ableitung V₄

Gruppe	vor Injektion			Zeitpunkt			nach			Injektion			in Sekunden			60'						
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s				
Alter in Jahren	≤ 45	a 11	1.1	2.7	11	1.2	2.6	11	1.8	2.4	11	2.4	2.8	11	2.1	2.7	10	0.8	3.8	10	1.4	2.8
		r 11	0.2	0.7	11	0.3	0.6	11	0.9	1.3	11	1.5	2.6	11	1.2	1.8	10	0.0	2.0	10	0.6	1.0
	> 45	a 15	1.4	2.9	15	1.4	3.0	15	2.0	3.7	15	1.9	4.4	15	2.1	4.2	15	2.0	3.6	15	1.8	3.0
		r 15	0.6	2.5	15	0.5	2.7	15	1.1	3.9	15	1.1	4.5	15	1.2	4.4	15	1.1	3.2	15	1.0	2.8
Ge- schlecht	♂	a 16	2.1	2.7	16	2.3	2.6	16	2.8	3.1	16	3.3	3.6	16	3.4	3.5	16	2.6	3.7	16	2.6	2.7
		r 16	0.5	2.3	16	0.7	2.3	16	1.2	3.4	16	1.8	4.4	16	1.8	4.1	16	1.1	3.3	16	1.1	2.5
	♀	a 10	0.0	2.4	10	-0.2	2.4	10	0.5	2.8	10	0.2	3.1	10	0.0	2.7	9	-0.4	2.7	9	-0.1	2.4
		r 10	0.2	1.2	10	-0.0	1.6	10	0.7	2.4	10	0.4	2.3	10	0.2	2.1	9	0.0	1.6	9	0.3	1.6
Gesund	gesund	a 14	1.2	2.7	14	1.5	2.7	14	2.2	2.4	14	2.4	2.9	14	2.5	2.6	13	1.5	3.7	13	1.7	2.9
		r 14	0.0	1.2	14	0.3	1.5	14	0.9	1.9	14	1.2	2.8	14	1.3	2.3	13	0.4	2.2	13	0.5	1.2
Erkrankt	krank	a 12	1.4	2.9	12	1.1	3.0	12	1.6	3.9	12	1.8	4.6	12	1.6	4.6	12	1.5	3.8	12	1.6	3.0
		r 12	0.9	2.5	12	0.6	2.7	12	1.1	4.1	12	1.3	4.7	12	1.1	4.6	12	1.0	3.4	12	1.1	3.0
Versor- gungstyp	Normal	a 15	0.8	3.1	15	0.8	3.2	15	1.1	3.0	15	1.5	3.7	15	1.3	3.6	14	0.9	3.8	14	1.0	3.3
		r 15	0.3	1.3	15	0.3	1.3	15	0.7	1.9	15	1.1	3.2	15	0.9	2.7	14	0.6	1.9	14	0.7	1.6
	Links	a 5	1.5	2.0	5	1.2	1.9	5	1.5	2.1	5	1.0	2.1	5	2.2	2.0	5	1.5	3.8	5	2.2	1.6
		r 5	-0.9	1.2	5	-1.3	1.8	5	-0.9	1.8	5	-1.3	1.3	5	-0.2	2.2	5	-0.9	2.5	5	-0.2	0.7
	Rechts	a 6	2.4	2.4	6	2.7	1.9	6	4.2	3.5	6	4.5	4.1	6	3.9	4.4	6	2.9	3.3	6	2.7	2.8
		r 6	1.8	3.0	6	2.1	2.8	6	3.5	4.7	6	3.8	5.1	6	3.3	5.4	6	2.3	4.2	6	2.0	3.8

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Änderung der T-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die linke Kranzarterien
Ableitung V₅

Gruppe	vor Injektion			Zeitpunkt			nach			Injektion			in			Sekunden						
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s				
Alter in Jahren	≤ 45	a 10	-0.3	2.2	10	-0.2	2.0	10	0.0	1.6	10	-1.2	3.7	10	-1.1	2.9	9	-1.3	2.9	9	-0.5	2.9
		r 10	-1.5	1.1	10	-1.3	1.5	10	-1.0	1.7	10	-2.3	3.5	10	-2.2	1.6	9	-2.2	1.9	9	-1.4	1.4
	> 45	a 15	-0.8	2.5	15	-0.7	2.2	15	-0.6	2.4	15	-1.9	2.8	15	-2.1	2.9	15	-1.0	3.2	14	-1.2	2.6
		r 15	-0.5	1.8	15	-0.3	2.3	15	-0.3	2.5	15	-1.6	2.8	15	-1.8	2.9	15	-0.7	2.5	14	-0.8	2.1
♂		a 15	-0.5	2.8	15	-0.5	2.5	15	-0.2	2.2	15	-1.9	3.3	15	-2.0	3.2	15	-1.1	3.6	14	-0.9	3.2
		r 15	-1.0	1.5	15	-1.0	1.9	15	-0.8	2.4	15	-2.4	3.5	15	-2.6	2.4	15	-1.6	2.6	14	-1.4	1.9
♀		a 10	-0.8	1.5	10	-0.5	1.5	10	-0.5	1.9	10	-1.3	3.0	10	-1.2	2.4	9	-1.2	1.8	9	-1.1	1.6
		r 10	-0.6	1.8	10	-0.3	2.3	10	-0.3	1.9	10	-1.0	2.2	10	-1.0	2.2	9	-0.7	2.0	9	-0.5	1.8
Gesund		a 13	-0.8	2.3	13	-0.6	2.3	13	0.1	2.5	13	-1.2	3.5	13	-1.2	2.7	12	-1.1	2.8	12	-0.8	2.5
		r 13	-1.0	1.8	13	-0.8	2.2	13	-0.2	2.2	13	-1.4	2.6	13	-1.4	2.0	12	-1.1	2.2	12	-0.8	1.8
Erkrankt		a 12	-0.4	2.4	12	-0.3	2.0	12	-0.8	1.6	12	-2.1	2.6	12	-2.3	3.1	12	-1.2	3.3	11	-1.1	3.0
		r 12	-0.7	1.5	12	-0.5	2.0	12	-1.0	2.2	12	-2.4	3.5	12	-2.5	2.8	12	-1.5	2.6	11	-1.3	2.0
Versor- gungstyp		a 15	-0.6	2.6	15	-0.2	2.3	15	-0.5	2.3	15	-1.3	3.4	15	-1.2	2.9	14	-1.1	2.9	13	-1.0	2.7
		r 15	-0.2	1.4	15	0.2	1.5	15	-0.1	2.1	15	-1.0	3.3	15	-0.9	1.9	14	-0.5	2.0	13	-0.3	1.6
	Links	a 4	-0.6	2.2	4	-0.8	2.1	4	-0.3	2.8	4	-1.9	3.3	4	-1.8	2.6	4	-1.8	2.3	4	-1.1	2.1
		r 4	-2.9	1.8	4	-3.0	2.0	4	-2.5	2.7	4	-4.1	3.0	4	-4.0	2.6	4	-4.0	1.8	4	-3.4	1.8
	Rechts	a 6	-0.8	2.0	6	-1.0	1.6	6	-0.1	1.3	6	-2.2	2.7	6	-2.8	3.3	6	-0.9	4.1	6	-0.7	3.4
		r 6	-1.1	1.1	6	-1.3	2.2	6	-0.4	1.6	6	-2.5	1.7	6	-3.2	2.3	6	-1.3	2.5	6	-1.0	1.3

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Tab. 16:

Änderung der T-Welle bei Kontrastmittel-Injektion in die rechte Kranzarterie
Ableitung V₅

Gruppe	vor Injektion			Zeitpunkt			nach			Injektion			in			Sekunden			60'			
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s				
Alter in Jahren	≤ 45	a 11	1.4	2.1	11	1.5	1.9	11	2.0	1.8	11	2.5	2.5	11	1.7	2.4	10	1.2	2.5	10	1.4	1.9
		r 11	0.1	1.2	11	0.2	1.3	11	0.7	1.8	11	1.2	2.4	11	0.5	2.1	10	0.1	1.6	10	0.3	1.2
	>45	a 15	0.7	2.5	15	0.5	2.5	15	1.5	2.8	15	1.6	2.9	15	1.3	3.1	15	1.1	3.0	15	0.9	2.7
		r 15	1.1	1.8	15	0.8	2.2	15	1.8	3.2	15	1.9	3.8	15	1.6	3.9	15	1.4	2.5	15	1.2	2.2
Ge- schlecht	♂	a 16	1.4	2.6	16	1.4	2.4	16	2.2	2.6	16	2.5	2.8	16	2.3	2.9	16	1.9	3.0	16	1.8	2.5
		r 16	0.7	1.6	16	0.7	1.7	16	1.5	2.7	16	1.8	3.5	16	1.6	3.6	16	1.2	2.5	16	1.1	2.1
	♀	a 10	0.4	1.7	10	0.1	2.0	10	0.9	2.1	10	1.1	2.5	10	0.2	2.2	9	-0.2	1.7	9	-0.1	1.7
		r 10	0.6	1.7	10	0.3	2.2	10	1.1	2.7	10	1.3	2.9	10	0.4	2.5	9	0.4	1.6	9	0.4	1.6
Gesund	gesund	a 14	0.9	2.4	14	1.1	2.2	14	1.7	2.1	14	2.1	2.1	14	1.6	1.6	13	0.9	2.5	13	0.9	2.5
		r 14	0.4	1.5	14	0.6	1.8	14	1.3	2.3	14	1.6	3.3	14	1.2	2.8	13	0.7	1.6	13	0.7	1.6
Erkrankt	krank	a 12	1.2	2.3	12	0.7	2.5	12	1.7	2.8	12	1.9	3.4	12	1.3	3.9	12	1.4	3.2	12	1.2	2.3
		r 12	0.9	1.8	12	0.5	2.1	12	1.5	3.2	12	1.6	3.3	12	1.1	3.8	12	1.1	2.8	12	1.0	2.3
Versor- gungstyp	Normal	a 15	0.6	2.9	15	0.6	2.9	15	1.2	2.6	15	1.6	2.9	15	1.0	3.0	14	0.6	3.2	14	0.5	2.8
		r 15	0.9	1.4	15	0.9	1.5	15	1.5	1.8	15	1.9	2.6	15	1.3	2.9	14	1.1	1.6	14	1.1	1.2
	Links	a 5	2.0	0.9	5	1.3	1.2	5	1.5	1.3	5	1.1	1.7	5	1.4	1.5	5	2.0	1.3	5	2.2	1.5
		r 5	-0.4	0.4	5	-1.1	1.3	5	-0.9	1.1	5	-1.3	1.1	5	-1.0	1.1	5	-0.4	1.4	5	-0.2	1.6
	Rechts	a 6	1.2	1.2	6	1.5	0.9	6	3.2	2.1	6	3.8	2.3	6	2.7	3.1	6	1.7	2.6	6	1.5	1.8
		r 6	0.8	2.4	6	1.1	2.7	6	2.9	4.2	6	3.4	4.4	6	2.3	4.7	6	1.4	3.7	6	1.1	3.2

a = Originalwert in m Volt

r = Originalwert minus Ruhewert

n = Anzahl der Meßwerte

 $\bar{x}$ = Mittelwert

s = Streubreite

Signifikanz der R- und T-Veränderung durch intracoronare Kontrastmittel-Injektion
 Variationsursache: Alter (> 45 gegen ≤ 45 Jahre)

	Ableitung	II		V ₂		V ₄		V ₅	
		F	SN	F	SN	F	SN	F	SN
Injektion in die linke Kranzarterie	Absolut	0.07	n.s.	8.67	< 0.01	2.57	n.s.	0.45	n.s.
	Relativ	0.07	n.s.	1.24	n.s.	4.19	< 0.05	11.95	< 0.01
	Absolut	7.88	< 0.01	1.66	n.s.	1.61	n.s.	1.77	n.s.
	Relativ	0.04	n.s.	1.32	n.s.	1.25	n.s.	5.55	< 0.01
Injektion in die rechte Kranzarterie	Absolut	0.92	n.s.	3.60	< 0.05	2.05	n.s.	0.07	n.s.
	Relativ	2.55	n.s.	0.02	n.s.	4.18	< 0.05	7.01	< 0.01
	Absolut	9.59	< 0.01	0.80	n.s.	0.22	n.s.	2.25	n.s.
	Relativ	0.03	n.s.	0.54	n.s.	0.32	n.s.	6.80	< 0.01

F = Testgröße SN = Signifikanzniveau n.s. = nicht signifikant

Tab. 18:

Signifikanz der R- und T-Veränderungen durch intracoronare Kontrastmittel-Injektion
 Variationsursache: Geschlecht (männlich gegen weiblich)

	Ableitung	II		V ₂		V ₄		V ₅	
		F	SN	F	SN	F	SN	F	SN
Injektion in die linke Kranzarterie									
	Absolut	0.01	n.s.	8.86	<0.01	22.11	<0.01	59.35	<0.01
	Relativ	4.16	<0.05	2.40	n.s.	17.84	<0.01	5.56	<0.01
	Absolut	0.77	n.s.	25.41	<0.01	4.35	<0.05	0.05	n.s.
Injektion in die rechte Kranzarterie									
	Relativ	0.00	n.s.	9.16	<0.01	3.16	<0.05	6.66	<0.01
	Absolut	0.04	n.s.	8.92	<0.01	25.66	<0.01	59.06	<0.01
	Relativ	4.82	<0.05	6.57	<0.01	30.69	<0.01	33.00	<0.01
Injektion in die rechte Kranzarterie	Absolut	0.83	n.s.	25.15	<0.01	35.08	<0.01	16.73	<0.01
	Relativ	0.19	n.s.	3.24	<0.05	4.26	<0.05	2.17	n.s.

F = Testgröße SN = Signifikanzniveau n.s. = nicht signifikant

Signifikanz der R- und T-Veränderungen durch intracoronare Kontrastmittel-Injektion
Variationsursache: Coronare Herzerkrankung (Erkrankte gegen Gesunde)

Ableitung	II		V ₂		V ₄		V ₅		
	F	SN	F	SN	F	SN	F	SN	
Injektion in die linke Kranzarterie									
	Absolut	1.71	n.s.	0.00	n.s.	4.28	<0.05	3.82	0.05
	Relativ	1.49	n.s.	2.70	n.s.	22.16	<0.01	5.85	<0.01
Injektion in die rechte Kranzarterie									
	Absolut	2.53	n.s.	3.25	<0.05	0.76	n.s.	0.97	n.s.
	Relativ	0.08	n.s.	5.58	<0.01	0.11	n.s.	1.82	n.s.
Injektion in die rechte Kranzarterie									
	Absolut	0.91	n.s.	1.06	n.s.	13.01	<0.01	6.95	<0.01
	Relativ	0.04	n.s.	0.50	n.s.	14.94	<0.01	4.95	<0.05
Injektion in die linke Kranzarterie									
	Absolut	2.93	n.s.	3.82	<0.05	0.51	n.s.	0.01	n.s.
	Relativ	0.56	n.s.	1.75	n.s.	0.64	n.s.	0.17	n.s.

F = Testgröße SN = Signifikanzniveau n.s. = nicht signifikant

Signifikanz der R- und T-Veränderungen durch intracoronare Kontrastmittel-Injektion
Variationsursache: Versorgungstyp

Ableitung	II		V ₂		V ₄		V ₅	
	F	SN	F	SN	F	SN	F	SN
Injektion in die linke Kranzarterie	Absolut	42.28 < 0.01	0.28	n.s.	21.23 < 0.01		5.13 < 0.01	
	Relativ	17.94 < 0.01	1.43	n.s.	8.99 < 0.01		0.45 n.s.	
T-Welle	Absolut	10.56 < 0.01	34.89 < 0.01		3.52 < 0.05		0.36 n.s.	
	Relativ	1.00 n.s.	20.01 < 0.01		28.39 < 0.01		24.19 < 0.01	
Injektion in die rechte Kranzarterie	Absolut	22.84 < 0.01	3.98	n.s.	28.11 < 0.01		10.30 < 0.01	
	Relativ	2.15 n.s.	1.21	n.s.	16.49 < 0.01		0.04 n.s.	
T-Welle	Absolut	8.06 < 0.01	32.58 < 0.01		7.53 < 0.01		4.49 < 0.05	
	Relativ	2.09 n.s.	14.21 < 0.01		17.04 < 0.01		13.26 < 0.01	

F = Testgröße

SN = Signifikanzniveau

n.s. = nicht signifikant

Maximale Pulsperiodendauer (R - R max)
nach Kontrastmittel-Injektion in die Kranzarterien

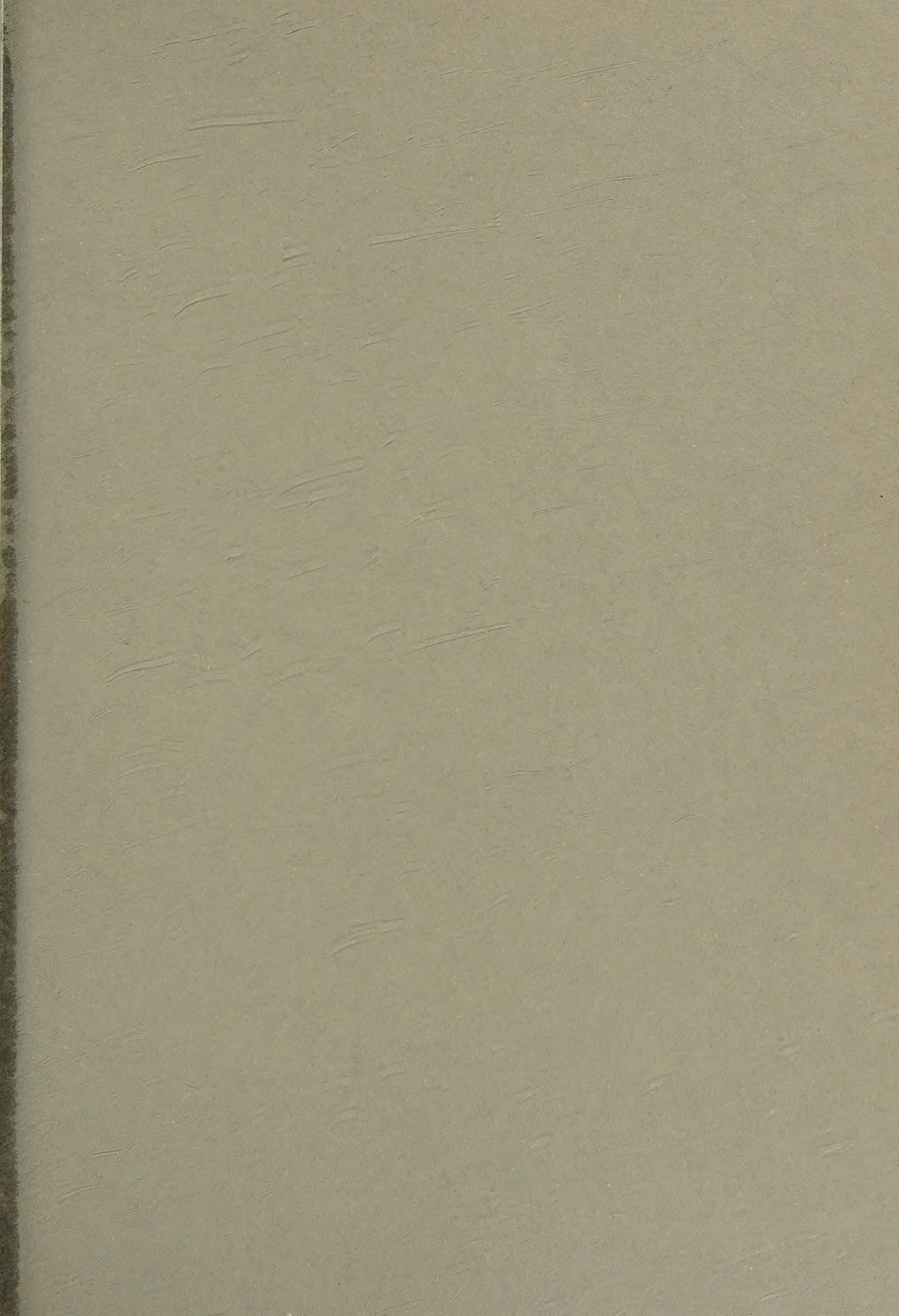
Varianzursache	Anzahl der Fälle	Mittelwert	Streubreite	Summe der Mittelwerte	Summe der Mittelwerte zum Quadrat	Signifikanzniveau
Patientenalter						
≤ 45 J.	12	106.2	91.1	1274	226554	nicht
> 45 J.	15	120.5	89.2	1807	329147	signifikant
Geschlecht						
♂	17	119.0	85.7	2023	358281	nicht
♀	10	105.8	97.5	1058	197420	signifikant
Koronare Herz- erkrankung						
nicht erkrankt	15	96.5	81.8	1447	233255	nicht
erkrankt	12	136.2	95.3	1634	322446	signifikant
Versorgungstyp						
Normal	15	94.4	47.0	1416	164546	nicht
Links	5	207.8	156.0	1039	313211	signifikant ⁺
Rechts	6	94.2	64.8	565	74223	

Die in Rubrik 'Mittelwert' angegebenen Werte entsprechen dem Mittelwert der maximalen Abstände zweier aufeinanderfolgender R-Zacken, gemessen in Millimeter. (Papiervorschub 50 mm/sec)

⁺ Trotz großen Unterschieds konnte bei Linksversorgungstyp aufgrund des geringen Stichprobenumfanges kein statistisch signifikanter Unterschied gesichert werden.

Lebenslauf des Axel Eugen Wien

- 6.11.1947 in Ludwigsburg (Württemberg) geboren
Vater : Georg Fritz Wien
Mutter: Margot Maria Wien geb. Endriss
- 1954 Eintritt in die Feuerseeschule in Ludwigsburg
- 1958 Aufnahme in das Friedrich-Schiller-Gymnasium
in Ludwigsburg
- 1968 Abitur an dieser Schule
- 1968 Volkswirtschaftsstudium an der TU Stuttgart
- 1969 Studienortwechsel an die FU in Berlin
- 1970 Studienortwechsel an die Max Universität
München
- 1972 Dort Examen in Volkswirtschaft
11. 4.1972 Studium der Medizin in Erlangen
5. 3.1973 Vorphysikum in Erlangen
20. 8.1974 Physikum in Erlangen
31. 8.1976 I. Examen in Erlangen
26. 8.1977 II. Examen in Erlangen
- 25.10.1978 III. Examen in Erlangen
- 15.11.1978 Einstellung als wissenschaftlicher Assistent
am Klinikum Westend der Freien Universität
Berlin, Fachbereich Anästhesiologie



Copy-Center 2000

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131-26197